

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-282019

(43)Date of publication of application : 31.10.1997

(51)Int.Cl.

G05B 19/4155  
G05B 19/18

(21)Application number : 08-154646

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 14.06.1996

(72)Inventor : SAGAZAKI SHIYOUICHI  
YAMADA YOSHINORI  
KUCHIKI KIYOSHI

(30)Priority

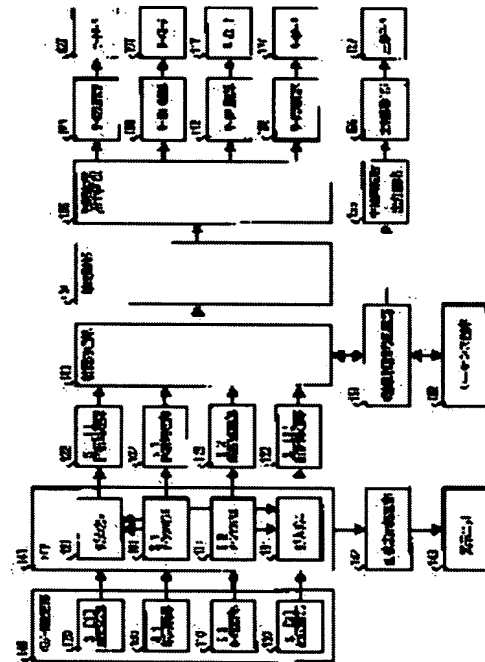
Priority number : 08 26898 Priority date : 14.02.1996 Priority country : JP

### (54) NUMERICAL CONTROLLER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To execute a subprogram in parallel with a main program and to shorten the cycle time of working by setting an axis, which can be controlled by the subprogram, and performing working program analytic processing through the analytic processing part of the subprogram separately from the main program.

**SOLUTION:** In addition to \$1 and \$2 axis definition parts 100 and 110 for defining control axes based on main programs 101 and 113 of systems 1 and 2 (\$1 and \$2), a subsystem 1 (\$[1]) axis definition part 120 and a subsystem 2 (\$[2]) axis definition part 130 are provided for respectively defining control axes based on subprograms 121 and 131. Further, analytic processing parts 122 and 132 corresponding to the subprograms 121 and 131 and these control axes are added. Thus, the systems \$[1] and \$[2] can be called from both the systems \$1 and \$2. Besides, the subprograms 121 and 131 can be executed in parallel with the main programs 101 and 111.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3512559

[Date of registration] 16.01.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、

各系統毎にメインプログラムによる制御軸を定義するメインプログラム軸定義部と、  
メインプログラムの解析処理を行うメインプログラム解析処理部と、

メインプログラムによる制御軸の定義とは別にサブプログラムによる制御軸を定義するサブ系統軸定義部と、  
メインプログラムの解析処理とは別にサブプログラムの解析処理を行うサブプログラム解析処理部と、  
を有し、メインプログラムとサブプログラムとの並列実行と、サブプログラムによる制御軸を任意の系統から指令できることを特徴とする数値制御装置。

【請求項 2】 各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、

プログラム並列運転カウンタと、  
前記プログラム並列運転カウンタの入力を行うカウンタ入力部と、

前記プログラム並列運転カウンタの値によってメインプログラムとサブプログラムの実行を直列または並列に切り換える直列並列切換部と、

を有し、メインプログラムとサブプログラムの実行を直列または並列に変更できることを特徴とする数値制御装置。

【請求項 3】 前記カウンタ入力部は、メインプログラム、サブプログラムあるいは数値制御装置に接続されているシーケンス回路より直列運転あるいは並列運転の指令を取り込むことを特徴とする請求項 2 に記載の数値制御装置。

【請求項 4】 各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、

サブプログラムまたはメインプログラムの次ブロックの起動条件を記述した起動条件設定プログラムの解析処理を行う起動条件解析処理部と、

数値制御装置または数値制御工作機械の状態を示す NC ステータステーブルと、

前記 NC ステータステーブルより設定したプログラム起動条件を満たしているか否かを判定するプログラム起動条件判定部と、

前記プログラム起動条件判定部による判定に従いサブプログラムまたはメインプログラムの次ブロックの実行を調整するプログラム起動処理部と、

を有し、前記起動条件設定プログラムによりユーザが任

意にサブプログラムまたはメインプログラムの次ブロックの実行開始条件を設定できることを特徴とする数値制御装置。

【請求項 5】 各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、

加工プログラムのブロックごとに実行時間を計算するブロック実行時間計算処理部と、

10 前記ブロック実行時間計算処理部の計算結果より加工プログラムの実行時間を計算するプログラム実行時間計算処理部と、

前記プログラム実行時間計算処理部により計算されたプログラム実行時間に基づいてサブプログラムが該サブプログラムを呼び出したメインプログラムの指定ブロックの実行終了と同時に終了するようにメインプログラムの次ブロックまたはサブプログラムの起動を調整するプログラム起動時間調整処理部と、

20 を有し、サブプログラムが該サブプログラムを呼び出したメインプログラムの指定ブロックの実行終了と同時に終了することを特徴とする数値制御装置。

【請求項 6】 前記プログラム起動時間調整処理部によるプログラム起動調整処理に伴い指令に対する軸移動の遅延時間を補正する軸移動遅延時間補正処理部を有していることを特徴とする請求項 5 に記載の数値制御装置。

【請求項 7】 各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、

30 加工プログラムのブロックごとに実行時間を計算するブロック実行時間計算処理部と、

軸を移動せしめる指令の実行時間を計算する軸移動指令実行時間計算処理部と、

前記ブロック実行時間計算処理部の計算結果より加工プログラムの実行時間を計算するプログラム実行時間計算処理部と、

前記プログラム実行時間計算処理部により計算された加工プログラム実行時間と前記軸移動指令実行時間計算処理部により計算された軸移動指令の実行時間よりサブ

40 プログラムが該サブプログラムを呼び出したメインプログラムの指定ブロックにおいて同時に終了するための軸移動速度を計算する移動速度計算処理部と、

前記移動速度計算処理部により計算された軸移動速度で軸移動させるために補間距離を調整する補間間隔調整処理部と、

を有し、メインプログラムとサブプログラムとを並列に実行し、一方の軸移動速度を調整することにより、指定したブロック間の実行時間を同一にすることを特徴とする数値制御装置。

50 【請求項 8】 補間処理中のブロックの終了までの補間

処理時間を計算する補間時間計算処理部を有し、前記プログラム実行時間計算処理部は前記ブロック実行時間計算処理部と前記補間時間計算処理部の計算結果より加工プログラムの実行時間を計算することを特徴とする請求項 5 ～ 7 の何れかに記載の数値制御装置。

【請求項 9】 加工プログラムの補助指令の処理時間を設定する補助指令処理時間定義テーブルを有し、前記プログラム実行時間計算処理部は前記ブロック実行時間計算処理部の計算結果と前記補助指令処理時間定義テーブルより加工プログラムの実行時間を計算することを特徴とする請求項 5 ～ 8 の何れかに記載の数値制御装置。

【請求項 10】 各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、

サブプログラムからメインプログラムへの復帰条件を設定する完了チェック条件設定プログラムと、前記完了チェック条件設定プログラムの解析処理を行う完了チェック条件解析処理部と、数値制御装置または工作機械の状態を示す NC ステータステーブルと、

前記 NC ステータステーブルより設定したサブプログラムからメインプログラムへの復帰条件を満たしているか判定する完了チェック条件判定部と、

前記完了チェック条件判定部において条件を満たすと判定された場合にセットする完了チェックカウンタと、前記完了チェックカウンタの値によってメインプログラムを再開するメインプログラム再開処理部と、を有し、サブプログラムのメインプログラムへの復帰指令を待たずにメインプログラムの実行を再開できることを特徴とする数値制御装置。

【請求項 11】 各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、

サブ系統の完了を待っている系統の完了待ち状態を解除する完了待ちキャンセル部と、

前記完了待ちキャンセル部により完了待ち状態を解除された系統の次ブロックの実行開始を調整するブロック実行調整部と、

を有し、サブ系統の完了を待たず完了待ち状態の系統の動作を開始できることを特徴とする数値制御装置。

【請求項 12】 各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、

メインプログラムにおけるサブ系統起動指令を先読み解析し、サブ系統の解析処理を開始させるための解析処理起動部と、

前記解析処理起動部によるサブ系統起動指令の先読み解

析に基づいてサブ系統起動のためのデータをサブプログラム解析処理部に渡すサブ系統起動データテーブルと、サブプログラム解析処理部によるサブ系統プログラムの解析処理が完了した時点でサブ系統の第 1 ブロックの補間処理を開始するタイミングを調整するブロック実行タイミング調整部と、

を有し、サブ系統を先読み起動できることを特徴とする数値制御装置。

【請求項 13】 各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、

メインプログラムにおいてサブ系統を直接起動できる補助機能コードを設定する補助機能コードサブ系統起動パラメータテーブルと、

メインプログラムにおいて指令された補助機能コードがサブ系統の起動を指令する補助指令かそれ以外の補助指令であるかを選択する補助指令／サブ系統起動処理選択部と、

を有し、前記補助指令／サブ系統起動処理選択部によりサブ系統の起動を指令する補助指令が選択されたことによりサブ系統の起動処理を行うことを特徴とする数値制御装置。

【請求項 14】 一つの加工プログラムを実行するための一連の処理系列を複数個有する数値制御装置において、

各処理系列の一連処理の実行状態を示すデータを書き込まれる系統起動制御テーブルと、

系統起動に際して系統起動制御テーブルに書き込まれたデータより一連処理を実行していない処理系列を選んで起動する系統の一連処理を実行させるように割り付ける起動系統選択部と、

を有し、起動系統を自動選択することを特徴とする数値制御装置。

【請求項 15】 各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、

ある系統においてサブ系統で実行するように指令されたプログラム番号の加工プログラムが同一系統の加工プログラムとして存在するか否かを判別し、同一系統で指令プログラム番号の加工プログラムが存在する場合にはその加工プログラムを選択し、同一系統で指令プログラム番号の加工プログラムが存在しない場合には予め設定された系統に存在する指令プログラム番号と同一のプログラム番号の加工プログラムを選択する加工プログラム選択部を有していることを特徴とする数値制御装置。

【請求項 16】 多系統の数値制御を行う数値制御装置において、

シングルブロック運転時に系統間同期の補間処理を選択

的に同期処理の対象より除外する系統間同期無効処理部を有していることを特徴とする数値制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、数値制御装置に関わり、特に自動旋盤などで使用される多軸多系統の数値制御装置においてメインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】数値制御装置は、紙テープ等により加工プログラムを読み取り、加工プログラムによる命令に基づいて数値制御処理を実行し、この処理結果により工作物に対する工具の位置などをそれに対応する数値情報で指令するものである。

【0003】数値制御装置には、自動旋盤などで使用される数値制御装置や複数個の工作機械を制御する数値制御装置として、多軸多系統を制御可能なコンピュータ数値制御装置（以下CNC）があり、このCNCでは、各系統においてメインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを解析実行する。

【0004】図33は従来のコンピュータ数値制御装置（CNC）を示している。ここでは2系統を制御可能なCNCについて説明する。

【0005】このCNCにおいては、各系統ごとに加工プログラムがメモリ141に格納される。この加工プログラムを実行する際には、メモリ141から1ブロックずつ加工プログラムが解析処理部102あるいは112に読み出され、解析処理部102あるいは112にて1ブロックずつ解析処理が行われる。

【0006】系統1（以下\$1）においては、\$1メインプログラム101と\$1メインプログラム101によって呼び出されるサブプログラム121とがメモリ141に格納される。

【0007】この系統1の加工プログラムを実行する際には、メモリ141から1ブロックずつ\$1メインプログラム101が\$1解析処理部102に読み出され、\$1解析処理部102で\$1メインプログラム101の解析処理が1ブロックずつ行われる。

【0008】サブプログラム121を呼び出す指令の場合には、メモリ141から1ブロックずつサブプログラム121が\$1解析処理部102に読み出され、\$1解析処理部102でサブプログラム121の解析処理が行われる。

【0009】同様に系統2（以下\$2）においては、\$2メインプログラム111と\$2メインプログラム111によって呼び出されるサブプログラム131とがメモリ141に格納される。

【0010】この系統2の加工プログラムを実行する際には、メモリ141から1ブロックずつ\$2メインプロ

グラム111が\$2解析処理部112に読み出され、\$2解析処理部112で1ブロックずつ解析処理が行われる。

【0011】サブプログラム131を呼び出す指令の場合には、メモリ141から1ブロックずつサブプログラム131が\$2解析処理部112に読み出され、\$2解析処理部112でサブプログラム131の解析処理が行われる。

【0012】次に加工プログラムの解析結果に基づき、補間処理部103にて補間処理が行われ、軸制御部104にて、予めパラメータ設定部140の\$1軸定義部100または\$2軸定義部110で設定された各系統の制御軸ごとにパルス分配され、軸移動量出力回路105よりパルス出力が行われる。

【0013】この出力に応じて、サーボ制御部106、116はサーボモータ107、117の運転を制御し、テーブルまたは刃物台を移動指令通りに移動せしめる。

【0014】また補間処理部103より機械制御信号処理部151を介してシーケンス回路152へ指令信号が出力されることによりクーラントのオン/オフなどが行われ、また主軸回転数出力回路155を介して主軸制御部156へ主軸制御指令が出力されることにより主軸モータ157の運転が制御され、スピンドル正転/逆転/停止等が行われる。

【0015】また、メモリ141に格納された情報が画面表示処理部142へ出力され、その出力情報が表示ユニット143に表示される。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】従来のCNCでは、上述のように加工プログラムの実行処理が行われるため、各系統において実行中の加工プログラム（メインプログラム）よりサブプログラムを呼び出し、サブプログラムに従い、その系統に設定された軸の指令しかできない。

【0017】また従来のCNCでは、メインプログラムがサブプログラムを呼び出した場合、メインプログラムの代わりにサブプログラムの指令を実行するだけであり、メインプログラムとサブプログラムとを並列に実行することはできない。

【0018】このためサブプログラムが使用されると、ユーザが加工プログラムを作成するための時間を減らすことができるが、実加工時間は、メインプログラムのみで処理を行なう場合と変わらず、加工のサイクルタイムを短縮することはできない。

【0019】また従来の数値制御装置では、サブ系統制御において、メイン系統が完了待ちで、サブ系統を呼出した場合、サブ系統の動作がすべて完了しない限りメイン系統の動作が再開されないため、サイクルタイムを短縮することに限界がある。このため、たとえば、サブ系統の軸がメイン系統の軸と干渉しない位置にまで後退し、メイン系統の動作が可能な状態になってもサブ系統

の動作がすべて完了しない限りメイン系統の動作が再開されず、サイクルタイムを長くする原因になる。

【0020】また従来の数値制御装置では、サブプログラム呼出しと同様に、サブ系統の指令解析後にサブ系統プログラムを呼出すため、サイクルタイムをこれ以上短縮できない。またMコードなどによるマクロ呼出しのなかで、サブ系統制御を使用する場合でも、一旦、サブプログラム呼出しを行ったのちに、サブプログラムのなかで、更にサブ系統プログラムを呼出さなければならないため、サイクルタイムをこれ以上短縮できない。

【0021】また従来の数値制御装置におけるサブ系統制御では、チャック開閉軸、セパレータなどの周辺軸は互いに独立した動作をさせるため、動作させたい周辺軸の軸数分だけサブ系統を必要としており、多くのメモリ容量を要することになっている。

【0022】また従来の数値制御装置におけるサブ系統制御では、サブプログラムの呼出しの形態が、メイン系統の1系統目はサブ系統プログラムの1系統目、メイン系統の2系統目はサブ系統プログラムの2系統目と云うように各系統毎に独立しているため、メイン系統が2系統など多系統あれば、サブ系統プログラムはたとえ同一動作のものであっても各メイン系統毎に必要であり、このことによっても多くのメモリ容量を要し、プログラム作成の手間も掛かることになっている。

【0023】また従来の多系統数値制御装置では、シングルブロック運転時、系統間の同期を保証するために、ある系統がシングルブロック停止すると、他の系統は必ずフィードホールド状態で停止するから、融通性に欠け、例えば、チャック開閉など、従来は油圧で制御していた機構をサーボ軸で制御させるような場合、チャック開閉が途中で止まり、油圧動作時と同等の動作状態が得られなくなる。

【0024】本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、任意の系統よりサブプログラムを呼び出すことができ、またサブプログラムをメインプログラムと並列に実行することを可能ならしめ、さらにはメイン系統の動作再開における無駄な待ち時間をなくすることにより、またサブ系統プログラム呼出しのための時間ロスをなくすることにより従来よりも加工のサイクルタイムを短縮でき、またサブ系統制御のために多くのメモリ容量を必要とすることがなく、また融通性に優れたシングルブロック運転を行うことができる数値制御装置を得ることを目的としている。

#### 【0025】

【課題を解決するための手段】上述の如き目的を達成するために、この発明による数値制御装置は、各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、各系統毎にメインプログラムによる制御軸を定義するメインプログラム軸定義

部と、メインプログラムの解析処理を行うメインプログラム解析処理部と、メインプログラムによる制御軸の定義とは別にサブプログラムによる制御軸を定義するサブ系統軸定義部と、メインプログラムの解析処理とは別にサブプログラムの解析処理を行うサブプログラム解析処理部とを有し、メインプログラムとサブプログラムとの並列実行と、サブプログラムによる制御軸を任意の系統から指令できるものである。

【0026】この発明による数値制御装置では、サブ系統軸定義部はサブプログラムによる制御軸を定義し、サブプログラム解析処理部はサブプログラムの解析処理を行なう。

【0027】つぎの発明による数値制御装置は、各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、プログラム並列運転カウンタと、前記プログラム並列運転カウンタの入力を行うカウンタ入力部と、前記プログラム並列運転カウンタの値によってメインプログラムとサブプログラムの実行を直列または並列に切り換える直列並列切換部とを有し、メインプログラムとサブプログラムの実行を直列または並列に変更できるものである。

【0028】この発明による数値制御装置では、カウンタ入力部はプログラム並列運転カウンタの入力を行い、直列並列切換部はプログラム並列運転カウンタの値によってメインプログラムとサブプログラムの実行を直列または並列に切り換えを行う。

【0029】つぎの発明による数値制御装置は、前記カウンタ入力部は、メインプログラム、サブプログラムあるいは数値制御装置に接続されているシーケンス回路より直列運転あるいは並列運転の指令を取り込むものである。

【0030】この発明による数値制御装置では、カウンタ入力部がプログラム並列運転カウンタの入力を行い、直列並列切換部はプログラムの並列運転カウンタの値によってメインプログラムとサブプログラムの実行を直列または並列に切り換える。

【0031】つぎの発明による数値制御装置は、各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、サブプログラムまたはメインプログラムの次ブロックの起動条件を記述した起動条件設定プログラムの解析処理を行う起動条件解析処理部と、数値制御装置または数値制御工作機械の状態を示すNCステータステーブルと、前記NCステータステーブルより設定したプログラム起動条件を満たしているか否かを判定するプログラム起動条件判定部と、前記プログラム起動条件判定部による判定に従いサブプログラムまたはメインプログラムの次ブロックの実行を調整するプログラム起動処理部とを有し、前記起動条件設

定プログラムによりユーザが任意にサブプログラムまたはメインプログラムの次ブロックの実行開始条件を設定できるものである。

【0032】この発明による数値制御装置では、起動条件解析処理部がサブプログラムまたはメインプログラムの次ブロックの起動条件を記述する起動条件設定プログラムの解析処理を行い、プログラム起動条件判定部は数値制御装置またはその周辺機器の状態からプログラム起動条件を満たしているか否かを判定する。プログラム起動処理部はプログラム起動条件を満たしているか否かの判定に従いサブプログラムまたはメインプログラムの次ブロックの実行を行なう。

【0033】つぎの発明による数値制御装置は、各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、加工プログラムのブロックごとに実行時間を計算するブロック実行時間計算処理部と、前記ブロック実行時間計算処理部の計算結果より加工プログラムの実行時間を計算するプログラム実行時間計算処理部と、前記プログラム実行時間計算処理部により計算されたプログラム実行時間に基づいてサブプログラムが該サブプログラムを呼び出したメインプログラムの指定ブロックの実行終了と同時に終了するようにメインプログラムの次ブロックまたはサブプログラムの起動を調整するプログラム起動時間調整処理部とを有し、サブプログラムが該サブプログラムを呼び出したメインプログラムの指定ブロックの実行終了と同時に終了するものである。

【0034】この発明による数値制御装置では、ブロック実行時間計算処理部が加工プログラムのブロックごとにその実行時間を計算し、プログラム実行時間計算処理部が加工プログラムの実行時間を計算する。プログラム起動時間調整処理部はサブプログラムが該サブプログラムを呼び出したメインプログラムの指定ブロックの実行終了と同時に終了するようにメインプログラムの次ブロックまたはサブプログラムの起動を調整する。

【0035】つぎの発明による数値制御装置は、前記プログラム起動時間調整処理部によるプログラム起動調整処理に伴い指令に対する軸移動の遅延時間を補正する軸移動遅延時間補正処理部を有しているものである。

【0036】この発明による数値制御装置では、軸移動遅延時間補正処理部がプログラム起動調整処理に伴い指令に対する軸移動の遅延時間を補正する。

【0037】つぎの発明による数値制御装置は、各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、加工プログラムのブロックごとに実行時間を計算するブロック実行時間計算処理部と、軸を移動せしめる指令の実行時間を計算する軸移動指令実行時間計算処理部と、前記ブロック実行

時間計算処理部の計算結果より加工プログラムの実行時間を計算するプログラム実行時間計算処理部と、前記プログラム実行時間計算処理部により計算された加工プログラム実行時間と前記軸移動指令実行時間計算処理部により計算された軸移動指令の実行時間よりサブプログラムが該サブプログラムを呼び出したメインプログラムの指定ブロックにおいて同時に終了するための軸移動速度を計算する移動速度計算処理部と、前記移動速度計算処理部により計算された軸移動速度で軸移動させるために補間距離を調整する補間間隔調整処理部とを有し、メインプログラムとサブプログラムとを並列に実行し、一方の軸移動速度を調整することにより、指定したブロック間の実行時間を同一にするものである。

【0038】この発明による数値制御装置では、ブロック実行時間計算処理部が加工プログラムのブロックごとに実行時間を計算し、軸移動指令実行時間計算処理部が軸を移動せしめる指令の実行時間を計算し、プログラム実行時間計算処理部が加工プログラムの実行時間を計算する。移動速度計算処理部がサブプログラムが該サブプログラムを呼び出したメインプログラムの指定ブロックにおいて同時に終了するための軸送り速度を計算し、補間間隔調整処理部が計算した送り速度で軸移動させるために補間距離を調整する。

【0039】つぎの発明による数値制御装置は、補間処理中のブロックの終了までの補間処理時間を計算する補間時間計算処理部を有し、前記プログラム実行時間計算処理部は前記ブロック実行時間計算処理部と前記補間時間計算処理部の計算結果より加工プログラムの実行時間を計算するものである。

【0040】この発明による数値制御装置では、補間時間計算処理部がメインプログラムまたはサブプログラムの補間中のブロックのブロック実行完了までの時間を計算し、プログラム実行時間計算処理部はブロック実行時間計算処理部の計算結果に加えて補間時間計算処理部の計算結果よりも加工プログラムの実行時間を計算する。

【0041】つぎの発明による数値制御装置は、加工プログラムの補助指令の処理時間を設定する補助指令処理時間定義テーブルを有し、前記プログラム実行時間計算処理部は前記ブロック実行時間計算処理部の計算結果と前記補助指令処理時間定義テーブルより加工プログラムの実行時間を計算するものである。

【0042】この発明による数値制御装置では、補助指令処理時間定義テーブルに加工プログラムの補助指令の処理時間が定義され、プログラム実行時間計算処理部はブロック実行時間計算処理部の計算結果に加えて補助指令処理時間定義テーブルに定義された補助指令の処理時間を参照して補助指令を有する加工プログラムの実行時間を計算する。

【0043】つぎの発明による数値制御装置は、各系統毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムに

よって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、サブプログラムからメインプログラムへの復帰条件を設定する完了チェック条件設定プログラムと、前記完了チェック条件設定プログラムの解析処理を行う完了チェック条件解析処理部と、数値制御装置または工作機械の状態を示すNCステータステーブルと、前記NCステータステーブルより設定したサブプログラムからメインプログラムへの復帰条件を満たしているか判定する完了チェック条件判定部と、前記完了チェック条件判定部において条件を満たすと判定された場合にセットする完了チェックカウンタと、前記完了チェックカウンタの値によってメインプログラムを再開するメインプログラム再開処理部とを有し、サブプログラムのメインプログラムへの復帰指令を待たずにメインプログラムの実行を再開できるものである。

【0044】この発明による数値制御装置では、完了チェック条件解析処理部がサブプログラムからメインプログラムへの復帰条件を設定する完了チェック条件設定プログラムの解析処理を行い、完了チェック条件判定部が数値制御装置または工作機械の状態によりサブプログラムからメインプログラムへの復帰条件を満たしているか否かを判定する。メインプログラム再開処理部はサブプログラムからメインプログラムへの復帰条件を満たすと判定された場合にセットされる完了チェックカウンタの値によってメインプログラムを再開する。

【0045】つぎの発明による数値制御装置は、各システム毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、サブシステムの完了を待っているシステムの完了待ち状態を解除する完了待ちキャンセル部と、前記完了待ちキャンセル部により完了待ち状態を解除されたシステムの次ブロックの実行開始を調整するブロック実行調整部とを有し、サブシステムの完了を待たずに完了待ち状態のシステムの動作を開始できるものである。

【0046】この発明による数値制御装置では、完了待ちキャンセル部がサブシステムの完了を待っているシステムの完了待ち状態を解除し、ブロック実行調整部が完了待ちキャンセル部により完了待ち状態を解除されたシステムの次ブロックの実行開始を調整する。

【0047】つぎの発明による数値制御装置は、各システム毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、メインプログラムにおけるサブシステム起動指令を先読み解析し、サブシステムの解析処理を開始させるための解析処理起動部と、前記解析処理起動部によるサブシステム起動指令の先読み解析に基づいてサブシステム起動のためのデータをサブプログラム解析処理部に渡すサブシステム起動データテーブルと、サブプログラム解析処理部によるサブシステムプログラムの解析処

理が完了した時点でサブシステムの第1ブロックの補間処理を開始するタイミングを調整するブロック実行タイミング調整部とを有し、サブシステムを先読み起動できるものである。

【0048】この発明による数値制御装置では、解析処理起動部がメインプログラムにおけるサブシステム起動指令を先読み解析し、サブシステム起動データテーブルに解析処理起動部によるサブシステム起動指令の先読み解析に基づいてサブシステム起動のためのデータが書き込まれ、ブロック実行タイミング調整部がサブプログラム解析処理部によるサブシステムプログラムの解析処理が完了した時点でサブシステムの第1ブロックの補間処理を開始するタイミングを調整する。

【0049】つぎの発明による数値制御装置は、各システム毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラムを実行する数値制御装置において、メインプログラムにおいてサブシステムを直接起動できる補助機能コードを設定する補助機能コードサブシステム起動パラメータテーブルと、メインプログラムにおいて指令された補助機能コードがサブシステムの起動を指令する補助指令かそれ以外の補助指令であるかを選択する補助指令/サブシステム起動処理選択部とを有し、前記補助指令/サブシステム起動処理選択部によりサブシステムの起動を指令する補助指令が選択されたことによりサブシステムの起動処理を行うものである。

【0050】この発明による数値制御装置では、補助機能コードサブシステム起動パラメータテーブルにメインプログラムにおいてサブシステムを直接起動できる補助機能コードを設定し、補助指令/サブシステム起動処理選択部がメインプログラムにおいて指令された補助機能コードがサブシステムの起動を指令する補助指令かそれ以外の補助指令であるかを選択する。

【0051】つぎの発明による数値制御装置は、一つの加工プログラムを実行するための一連の処理系列を複数個有する数値制御装置において、各処理系列の一連処理の実行状態を示すデータを書き込まれるシステム起動制御テーブルと、システム起動に際してシステム起動制御テーブルに書き込まれたデータより一連処理を実行していない処理系列を選んで起動するシステムの一連処理を実行させるように割り付ける起動システム選択部とを有し、起動システムを自動選択するものである。

【0052】この発明による数値制御装置では、システム起動制御テーブルに各処理系列の一連処理の実行状態を示すデータが書き込まれ、起動システム選択部がシステム起動に際してシステム起動制御テーブルに書き込まれたデータより一連処理を実行していない処理系列を選んで起動するシステムの一連処理を実行させるように割り付ける。

【0053】つぎの発明による数値制御装置は、各システム毎にメインプログラムを設定され、メインプログラムによって呼び出されるサブプログラムを含む加工プログラ



ムを実行する数値制御装置において、ある系統においてサブ系統で実行するように指令されたプログラム番号の加工プログラムが同一系統の加工プログラムとして存在するか否かを判別し、同一系統で指令プログラム番号の加工プログラムが存在する場合にはその加工プログラムを選択し、同一系統で指令プログラム番号の加工プログラムが存在しない場合には予め設定された系統に存在する指令プログラム番号と同一のプログラム番号の加工プログラムを選択する加工プログラム選択部を有しているものである。

【0054】この発明による数値制御装置では、加工プログラム選択部が、ある系統においてサブ系統で実行するように指令されたプログラム番号の加工プログラムが同一系統の加工プログラムとして存在するか否かを判別し、同一系統で指令プログラム番号の加工プログラムが存在する場合にはその加工プログラムを選択し、同一系統で指令プログラム番号の加工プログラムが存在しない場合には予め設定された系統に存在する指令プログラム番号と同一のプログラム番号の加工プログラムを選択する。

【0055】つぎの発明による数値制御装置は、多系統の数値制御を行う数値制御装置において、シングルブロック運転時に系統間同期の補間処理を選択的に同期処理の対象より除外する系統間同期無効処理部を有しているものである。

【0056】この発明による数値制御装置では、系統間同期無効処理部がシングルブロック運転時に系統間同期の補間処理を選択的に同期処理の対象より除外する。

【0057】

【発明の実施の形態】以下に添付の図を参照してこの発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、以下に説明するこの発明の実施の形態において、上述の従来例と同一構成の部分は、上述の従来例に付した符号と同一の符号を付してその説明を省略する。

【0058】（実施の形態1）図1はこの発明による数値制御装置の実施の形態1を示している。

【0059】この数値制御装置には、パラメータ設定部140に、系統1（\$1）の\$1メインプログラム101による制御軸を定義する\$1軸定義部100と、系統2（\$2）の\$2メインプログラム111による制御軸を定義する\$2軸定義部110とに加えて、サブプログラム121とサブプログラム131による制御軸を各々定義するサブ系統軸定義部として、サブ系統1（以下\$[1]）軸定義部120と、サブ系統2（以下\$[2]）軸定義部130とが設けられている。

【0060】なお、サブプログラム121、131は、メインプログラム101またはメインプログラム111より呼び出されるサブプログラム（\$[1]、\$[2]）である。

【0061】この数値制御装置では、\$1解析処理部1

02は系統1で実行する加工プログラムである\$1メインプログラム101の解析処理を行う\$1解析処理部（系統1メインプログラム解析処理部）102と、系統2で実行する加工プログラムである\$2メインプログラム111の解析処理を行う\$2解析処理部（系統2メインプログラム解析処理部）112とは別に、サブプログラム121を解析処理するための\$[1]解析処理部（系統1サブプログラム解析処理部）122と、サブプログラム131を解析処理するための\$[2]解析処理部（系統2サブプログラム解析処理部）132とが設けられている。

【0062】補間処理部103は、\$1解析処理部102、\$2解析処理部112による\$1メインプログラム101、\$2メインプログラム111の解析結果に基づく補間処理に加えて、\$[1]解析処理部122、\$[2]解析処理部132によるサブプログラム121、131の解析結果に基づく補間処理を行う。

【0063】また数値制御装置の出力部には、\$[1]軸定義部120で定義された制御軸に相当するサーボモータ127およびその制御を行なうサーボ制御部126と、\$[2]軸定義部130で定義された制御軸に相当するサーボモータ137およびその制御を行なうサーボ制御部136とが付加されている。

【0064】\$1は、\$1で制御する軸を定義する\$1軸定義部100と、\$1メインプログラム101と、\$1解析処理部102とによって構成され、\$1メインプログラム101に基づきサーボモータ107を駆動して\$1のテーブルまたは刃物台を移動せしめる。

【0065】\$2は、\$2軸定義部110と、\$2メインプログラム111と、\$2解析処理部112とによって構成され、\$2メインプログラム111に基づきサーボモータ117を駆動して\$2のテーブルまたは刃物台を移動せしめる。

【0066】サブプログラム121は\$[1]解析処理部122によって解析処理され、この\$[1]解析処理部122によるサブプログラム121の解析結果に基づき補間処理部103によって補間処理が行われる。\$

[1]軸定義部120にて定義された制御軸は、軸制御部104にて制御され、軸移動量出力回路105より微小単位の軸移動量がサーボ制御部126へ出力される。これによりサーボモータ127が駆動される。

【0067】またサブプログラム131は\$[2]解析処理部132によって解析処理され、この\$[2]解析処理部132によるサブプログラム131の解析結果に基づき補間処理部103によって補間処理が行われる。\$[2]軸定義部130にて定義された制御軸は、軸制御部104にて制御され、軸移動量出力回路105より微小単位の軸移動量がサーボ制御部136へ出力される。これによりサーボモータ137が駆動される。

【0068】以上のように、サブプログラムに対応する

軸定義部と、解析処理部と、その制御軸とが付加されたことにより、\$ [ 1 ] と \$ [ 2 ] は \$ 1 と \$ 2 のどちらからも呼び出し可能となる。

【0069】すなわち、\$ [ 1 ] を \$ 1 より呼び出した場合には、サーボモータ 1 2 7 によって移動する軸は \$ 1 によって指令可能な軸となり、\$ [ 1 ] を \$ 2 より呼び出した場合には、サーボモータ 1 2 7 によって移動する軸は \$ 2 において指令可能な軸となる。同様に、\$ [ 2 ] を \$ 1 より呼び出した場合には、サーボモータ 1 3 7 によって移動する軸は \$ 1 において指令可能な軸となり、\$ [ 2 ] を \$ 2 より呼び出した場合には、サーボモータ 1 3 7 によって移動する軸は \$ 2 において指令可能な軸となる。

【0070】なお、図 1 では説明の簡略化のため、各加工プログラムにおいて指令する軸が 1 軸として説明しているが、各加工プログラムにおいて指令する軸は複数軸でも差し支えない。

【0071】図 2 は上述のような構成による数値制御装置によって制御される加工システムの一具体例を示している。

【0072】この加工システムは、系統 1 として \$ 1 メインプログラム 1 0 1 によって荒削り加工を行う工作機械 1 7 1 と、系統 2 として \$ 2 メインプログラム 1 1 1 によって仕上げ加工を行う工作機械 1 7 2 と、工作機械 1 7 1 における荒削り加工を完了したワークを工作機械 1 7 2 へ搬送、または工作機械 1 7 2 における仕上げ加工を完了したワークをワーク取り出し口 1 7 4 へ搬送する搬送装置を有している。\$ 1 では X 1 軸 1 8 1 及び Z 1 軸 1 8 2 を制御し、\$ 2 では X 2 軸 1 8 3 及び Z 2 軸 1 8 4 を制御する。

【0073】搬送装置 1 7 3 は X s u b 軸 1 8 5 及び Z s u b 軸 1 8 6 に沿って移動し、サブプログラム 1 2 1 に基づいて制御される。サブプログラム 1 2 1 は、メインプログラム 1 0 1 またはメインプログラム 1 1 1 より呼び出される。

【0074】サブプログラム 1 2 1 がメインプログラム 1 0 1 より呼び出された場合には、工作機械 1 7 1 における荒削り加工を完了したワークを工作機械 1 7 2 へ搬送するプログラムになり、これに対しサブプログラム 1 2 1 がメインプログラム 1 1 1 より呼び出された場合には、工作機械 1 7 2 における仕上げ加工を完了したワークをワーク取り出し口 1 7 4 へ搬送するプログラムとなる。

【0075】以上のようにして工作機械 1 7 1、工作機械 1 7 2、搬送装置 1 7 3 を一つの数値制御装置で制御することができる。

【0076】\$ 2 において、仕上げ加工が完了した場合、メインプログラム 1 1 1 はサブプログラム 1 2 1 を呼び出し、ワークをワーク取り出し口 1 7 4 へ搬送する。次に \$ 1 において荒削り加工が完了した場合、メイ

ンプログラム 1 0 1 はサブプログラム 1 2 1 を呼び出し、ワークを工作機械 1 7 2 へ搬送し、\$ 2 の仕上げ加工を行う。

【0077】この発明によれば、サブプログラム 1 2 1 は、メインプログラム 1 0 1 とメインプログラム 1 1 1 のどちらからも呼び出すことができるため、メインプログラム 1 0 1 から呼び出した場合は、X s u b 軸 1 8 5 と Z s u b 軸 1 8 6 をあたかも \$ 1 の補助軸として、メインプログラム 1 1 1 から呼び出した場合は、X s u b 軸 1 8 5 と Z s u b 軸 1 8 6 をあたかも \$ 2 の補助軸として自由に扱うことができる。

【0078】(実施の形態 2) 図 3 はこの発明による数値制御装置の実施の形態 2 を示している。尚、図 3 に於いて、図 1 に対応する部分は図 1 に付した符号と同一の符号を付けてその説明を省略する。

【0079】この数値制御装置においては、補間処理部 1 0 3 に、プログラム並列運転カウンタ 2 0 2 と、プログラム並列運転カウンタ 2 0 2 の入力を行うカウンタ入力部 2 0 3 と、プログラム並列運転カウンタ 2 0 2 の値 (セット・リセット) によってメインプログラムとサブプログラムの実行を直列または並列に切り換える直列並列切り換え処理部 2 0 1 とが設けられている。

【0080】カウンタ入力部 2 0 3 は、メインプログラム、サブプログラムあるいはシーケンス回路 1 5 2 より、直列運転あるいは並列運転の指令を取り込むことができる。

【0081】図 4 (a)、(b) は補助指令によりプログラム並列運転カウンタ 2 0 2 をセットまたはリセットするためのシーケンスプログラムを示すフローチャートである。

【0082】図 4 (a) に示されているプログラム並列運転カウンタセット用のシーケンスプログラムでは、まず加工プログラムにおいて補助指令 M 2 0 0 が指令されているか否かを判定する (ステップ S 2 3 1)。補助指令 M 2 0 0 が指令されている場合には、プログラム並列運転カウンタ 2 0 2 をセットする信号を出力し (ステップ S 2 3 2)、補助指令 M 2 0 0 の実行の完了信号を出力する (ステップ S 2 3 3)。

【0083】図 4 (b) に示されているプログラム並列運転カウンタリセット用のシーケンスプログラムでは、まず加工プログラムにおいて補助指令 M 2 0 1 が指令されているか否かを判定する (ステップ S 2 3 6)。補助指令 M 2 0 1 が指令されている場合にはプログラム並列運転カウンタ 2 0 2 をリセットする信号を出力し (ステップ S 2 3 7)、補助指令 M 2 0 1 の実行の完了信号を出力する (ステップ S 2 3 8)。

【0084】これらのシーケンスプログラムを作成しておくことによって、加工プログラムにおいて補助指令 M 2 0 0 が指令された場合にはプログラム並列運転カウンタ 2 0 2 がセットされて並列運転に切り換わり、補助指

令M201が指令された場合にはプログラム並列運転カウンタ202がリセットされて直列運転に切り換わる。

【0085】なお、この実施の形態の以下の説明では、説明の簡素化のために、系統1において\$1メインプログラム101よりサブプログラム121を呼び出す場合について説明する。

【0086】\$1メインプログラム101は、\$1解析処理部102により解析処理が行なわれる。このときの制御軸は\$1軸定義部100で設定される。また、\$1メインプログラム101から呼び出されるサブプログラム121は、解析処理部122により解析処理を行なわれる。このときの制御軸は\$[1]軸定義部120で設定される。

【0087】これにより、サブプログラムにおける制御軸とメインプログラムにおける制御軸とを別々に設定でき、\$1メインプログラム101とサブプログラム121とを並列に実行することが可能となる。

【0088】\$1メインプログラム101において直列運転の指令を行なった場合、またはシーケンス回路152より直列運転の信号を機械制御信号処理部151が受けた場合には、カウンタ入力部203を介してプログラム並列運転カウンタ202をリセットする。このときには直列並列切り換え処理部201において直列運転が選択され、\$1メインプログラム101より呼び出されたサブプログラム121の指令を実行し、\$1メインプログラム101の指令は休止する。

【0089】これに対し、\$1メインプログラム101において並列運転の指令を行なった場合、またはシーケンス回路152より並列運転の信号を機械制御信号処理部151が受けた場合には、カウンタ入力部203を介して、プログラム並列運転カウンタ202をセットする。このときには直列並列切り換え処理部201において並列運転が選択され、\$1メインプログラム101の指令と\$1メインプログラム101より呼び出されたサブプログラム121の指令を並列に実行する。

【0090】図5(a)、(b)はメインプログラムとサブプログラムの一具体例を例示している。図5(a)に示されているメインプログラムにおいて、211はメインプログラムの実行開始ブロック、212はサブプログラム呼び出し指令、213はサブプログラム呼び出し指令の次ブロックである。

【0091】図5(b)に示されているサブプログラムにおいて、221はメインプログラムのブロック212で呼び出されたサブプログラムの実行開始ブロック、222はプログラム並列運転カウンタのセットを行う補助指令、223はドゥエル指令、224はプログラム並列運転カウンタのリセットを行う補助指令、225はサブプログラムからメインプログラムへの復帰指令である。

【0092】また図5(a)のメインプログラムにおいて、214はサブプログラムのブロック224における

プログラム並列運転カウンタのセット時のメインプログラムの実行中ブロック、215はブロック214の次ブロックを表す。

【0093】次に図5(a)、(b)に示されているプログラムの動作について説明する。

【0094】はじめにメインプログラムが外部起動信号によって起動される。メインプログラムはブロック211より実行開始し、ブロック212でサブプログラムを呼び出す。このとき、プログラム並列運転カウンタ202はセットされていないため、メインプログラムは一時休止し、サブプログラムが実行する直列運転を行う。

【0095】サブプログラムはブロック221より実行を開始し、ブロック222でプログラム並列運転カウンタ202のセットを行う。プログラム並列運転カウンタ202をセットした後、メインプログラムとサブプログラムは並列運転に切り換わる。

【0096】メインプログラムはブロック213から再起動し、それと並列に、サブプログラムはブロック223のドゥエル指令を実行する。

【0097】次に、サブプログラムはブロック224でプログラム並列運転カウンタ202のリセットを行い、直列運転に切り換わる。メインプログラムはこのとき実行中のブロック214が終了した後に一時休止し、サブプログラムはブロック225の復帰指令までを実行する。メインプログラムはサブプログラムの終了後、ブロック215より再起動する。

【0098】以上のように、呼び出したサブプログラムがドゥエル指令によって休止中に、メインプログラムを並列に実行することによって、例えばサブプログラムからメインプログラムへの復帰後の加工の準備を行うことができ、サイクルタイムを短縮することができる。

【0099】(実施の形態3) 図6はこの発明による数値制御装置の実施の形態3を示している。尚、図6に於いて、図3に対応する部分は図3に付した符号と同一の符号を付けてその説明を省略する。

【0100】この数値制御装置においては、起動条件設定プログラム301がメモリ141に割り付けられ、また起動条件設定プログラム301を解析処理する起動条件解析処理部302が設けられる。起動条件設定プログラム301は、\$1メインプログラム101よりサブプログラム121を呼び出すときの、サブプログラム121または\$1メインプログラム101の次ブロックからの起動条件を記述したものであり、ユーザによって任意に作成される。

【0101】補間処理部103には、直列並列切り換え処理部201、プログラム並列運転カウンタ202、カウンタ入力部203に加えて、数値制御装置または数値制御工作機械の状態を示すNCステータステーブル304と、NCステータステーブル304より設定したプログラム起動条件を満たしているか否かを判定するプログ

10

20

30

40

50

ラム起動条件判定部 303 と、その判定に従いサブプログラムまたはメインプログラムの次ブロックの実行を調整するプログラム起動処理部 305 とが付加されている。

【0102】NC ステータステーブル 304 は数値制御装置または周辺装置の状態を表すテーブルであり、NC ステータステーブル 304 より得られるステータス情報としては、例えば主軸の回転速度や軸のモータ電流値などがある。

【0103】この場合、サーボ制御部 106、116、126、136 から軸制御部 104 を介してサーボ軸の状態に関する情報が NC ステータステーブル 304 へ送られ、また主軸制御部 156 より主軸回転数出力回路 155、機械制御信号処理部 151 を介して主軸の状態に関する情報が NC ステータステーブル 304 へ送られ、NC ステータステーブル 304 にそれらの数値情報が入力される。

【0104】なお、この実施の形態の以下の説明でも、説明の簡素化のために、システム 1 において \$1 メインプログラム 101 よりサブプログラム 121 を呼び出す場合について説明する。

【0105】\$1 メインプログラム 101 は、\$1 解析処理部 102 により解析処理を行なわれる。このときの制御軸は \$1 軸定義部 100 で設定される。また、\$1 メインプログラム 101 から呼び出されるサブプログラム 121 は、解析処理部 122 により解析処理を行なわれる。このときの制御軸は \$[1] 軸定義部 120 で設定される。

【0106】これにより、この実施の形態でも、サブプログラムにおける制御軸とメインプログラムにおける制御軸とを別々に設定でき、\$1 メインプログラム 101 とサブプログラム 121 とを並列に実行することが可能となる。

【0107】\$1 メインプログラム 101 がサブプログラム 121 を呼び出して並列に実行するときには、起動条件設定プログラム 301 を起動条件解析処理部 302 が解析する。

【0108】この解析結果に従い、プログラム起動条件判定部 303 は、NC ステータステーブル 304 より得られる情報より、プログラム起動条件判定部 303 によって \$1 メインプログラム 101 またはサブプログラム 121 の起動条件を満たしているか否かを判定する。この判定結果により、プログラム起動処理部 305 がサブプログラム 121 または \$1 メインプログラム 101 の次ブロックからの起動を調整する。

【0109】図 7 (a) ~ (d) は実施の形態 3 にて使用されるメインプログラム (システム 1) とサブプログラムとメインプログラム (システム 2) と起動条件設定プログラムの一具体例を示している。

【0110】図 7 (a) に示されているシステム 1 で実行す

る加工プログラムにおいて、311 は、サブプログラムの実行開始条件を記述した起動条件設定プログラムを指定し、実行開始条件を満たしたときサブプログラムのブロック 321 からブロック 322 までを実行する指令である。

【0111】この指令では、メインプログラム (システム 1) とサブプログラムは並列に実行する。ブロック 311 のサブプログラム呼び出し指令時に、起動条件設定プログラム 301 (図 7 (d) 参照) の記述に従い、R2000 の値がセットされる。

【0112】ここで、R2000 は、メインプログラム (システム 1) よりサブプログラムを呼び出した場合の実行開始レジスタを表す。また、R1234 は、NC ステータステーブル 304 上の主軸回転速度を表すレジスタである。

【0113】図 7 (c) に示されているシステム 2 で実行する加工プログラムにおいて、331 は主軸を 1500 回転で正転させる指令、332 は主軸を停止させる指令である。即ち、起動条件設定プログラムの 341 に記述されているように、システム 2 で制御を行なっている主軸において、ブロック 332 で主軸停止指令がなされて主軸が 100 回転以下となったとき、実行開始レジスタ R2000 がセットされ、サブプログラムはブロック 321 より実行を開始する。

【0114】これにより、従来は主軸の回転が完全に停止した後に次の指令を行なっていたが、この発明では主軸の回転速度が例えば 100 回転以下になったときに次の指令が行える。従って主軸の回転に関係なく工具等を移動できるような場合には、主軸の回転が完全に停止するのを待たずに次の加工の準備を行うことができ、サイクルタイムを短縮することができる。

【0115】(実施の形態 4) 図 8 はこの発明による数値制御装置の実施の形態 4 を示している。尚、図 8 に於いて、図 3 に対応する部分は図 3 に付した符号と同一の符号を付けてその説明を省略する。

【0116】この数値制御装置には、加工プログラムのブロックごとに実行時間を計算するブロック実行時間計算処理部として、\$1 ブロック実行時間計算処理部 401 と、\$2 ブロック実行時間計算処理部 411 と、\$[1] ブロック実行時間計算処理部 421 と、\$[2] ブロック実行時間計算処理部 431 とが設けられている。

【0117】また補間演算部 103 には、直列並列切り換え処理部 201、プログラム並列運転カウンタ 202、カウンタ入力部 203 に加えて、補間時間計算処理部 402 と、補助指令処理時間定義テーブル 403 と、プログラム実行時間計算処理部 404 と、プログラム起動時間調整処理部 405 と、軸移動遅延時間補正処理部 406 とが設けられている。

【0118】補間時間計算処理部 402 は補間処理中の

ブロックの終了までの補間処理時間を計算し、補助指令処理時間定義テーブル 4 0 3 は加工プログラムの補助指令の処理時間を設定する。

【0 1 1 9】プログラム実行時間計算処理部 4 0 4 は各ブロック実行時間計算処理部 4 0 1、4 1 1、4 2 1、4 3 1 と補間時間計算処理部 4 0 2 の計算結果と補助指令処理時間定義テーブル 4 0 3 より加工プログラムの実行時間を計算する。

【0 1 2 0】プログラム起動時間調整処理部 4 0 5 はサブプログラムが該サブプログラムを呼び出したメインプログラムの指定ブロックの実行終了と同時に終了するようにメインプログラムの次ブロックまたはサブプログラムの起動を調整する。

【0 1 2 1】軸移動遅延時間補正処理部 4 0 6 はプログラム起動時間調整処理部 4 0 5 によるプログラム起動調整に伴い指令に対する軸移動の遅延時間を補正する。

【0 1 2 2】ここでは特に、系統 1 において \$ 1 メインプログラム 1 0 1 よりサブプログラム 1 2 1 を呼び出す場合について説明する。

【0 1 2 3】\$ 1 メインプログラム 1 0 1 は、\$ 1 解析処理部 1 0 2 により解析処理を行なわれる。このときの制御軸は \$ 1 軸定義部 1 0 0 で設定される。また、\$ 1 メインプログラム 1 0 1 から呼び出されるサブプログラム 1 2 1 は、解析処理部 1 2 2 により解析処理を行なわれる。このときの制御軸は \$ [ 1 ] 軸定義部 1 2 0 で設定される。

【0 1 2 4】これにより、この実施の形態でも、サブプログラムにおける制御軸とメインプログラムにおける制御軸とを別々の軸として設定することができ、\$ 1 メインプログラム 1 0 1 とサブプログラム 1 2 1 とを並列に実行することが可能となる。

【0 1 2 5】ここで、サブプログラム 1 2 1 が \$ 1 メインプログラム 1 0 1 と並列に実行されるように呼び出す。このとき、\$ 1 ブロック実行時間計算処理部 4 0 1 において \$ 1 メインプログラムの次ブロックからサブプログラム復帰指定ブロックまでのブロックごとの実行時間を計算する。

【0 1 2 6】また、\$ [ 1 ] ブロック実行時間計算処理部 4 2 1 においてサブプログラム 1 2 1 の起動開始ブロックから復帰ブロックまでのブロックごとの実行時間を計算する。また、各ブロック中に補助指令がある場合には、補助指令の実行時間を設定した補助指令処理時間定義テーブル 4 0 3 をチェックし、プログラム実行時間計算処理部 4 0 4 で \$ 1 メインプログラム 1 0 1 とサブプログラム 1 2 1 の実行時間を計算する。

【0 1 2 7】プログラム起動時間調整処理部 4 0 5 は、プログラム実行時間計算処理部 4 0 4 によって計算されたそれぞれの実行時間を比較し、実行時間の長い方の加工プログラムに合わせて実行時間の短い方の加工プログラムの起動開始時間を調整する。このとき、補間時間計

算処理部 4 0 2 により実行時間の長い方の加工プログラムの補間処理時間を計算し、実行時間の長い方の加工プログラムのブロック実行途中であっても実行時間の短い方の加工プログラムの起動開始時間であれば、起動を開始する。

【0 1 2 8】更に、軸移動遅延時間補正処理部 4 0 6 により、軸の指令に対する実際の位置の遅延時間を計算し、プログラム起動開始時間の補正を行う。

【0 1 2 9】以上のようにして、\$ 1 メインプログラム 1 0 1 とサブプログラム 1 2 1 を並列に実行して、メインプログラム 1 0 1 の指定ブロックとサブプログラム 1 2 1 の復帰ブロックが同時に終了するように調整する。

【0 1 3 0】図 9 は補助指令処理時間定義テーブル 4 0 3 の一具体例を示している。補助指令処理時間定義テーブル 4 0 3 では、例えばクーラントオン指令 (M 0 8) で 5 0 0 ミリ秒のように、加工プログラム中で指令する補助指令の処理時間が定義されている。

【0 1 3 1】図 1 0 (a)、(b) は、実施の形態 4 にて使用されるメインプログラムと、そのメインプログラムより呼び出されるサブプログラムの一具体例を示している。

【0 1 3 2】図 1 0 (a) に示されているメインプログラムにおいて、4 5 1 はメインプログラムの先頭ブロックで、4 5 2 はサブプログラムを呼び出しシーケンス番号 1 0 0 から実行して、メインプログラムのシーケンス番号 2 0 0 のブロック終了と同時にサブプログラムを終了するように制御する指令である。また 4 5 3 はブロック 4 5 2 の次ブロックで、4 5 4 はサブプログラムが実行を開始するときのメインプログラムにおける実行中ブロックで、4 5 5 はサブプログラムの終了と同期させるメインプログラムの指定ブロックである。

【0 1 3 3】図 1 0 (b) に示されているサブプログラムにおいて、4 6 1 はメインプログラムより呼び出されたサブプログラムの実行開始ブロックであり、4 6 2 はサブプログラムからメインプログラムへの復帰指令である。

【0 1 3 4】なお、ここでは、サブプログラムの実行時間 (ブロック 4 6 1 からブロック 4 6 2 までの実行時間) の方がメインプログラムの実行時間 (ブロック 4 5 3 からブロック 4 5 5 までの実行時間) より短い場合について説明している。

【0 1 3 5】つぎにプログラム起動時間調整処理部 4 0 5 によるプログラム起動時間調整処理フローを図 1 1 を参照して説明する。

【0 1 3 6】まずプログラム実行時間計算処理部 4 0 4 よりメインプログラムの実行時間 (Tmain) とサブプログラムの実行時間 (Tsub) を取得し (ステップ S 4 8 0、4 8 1)、Tmain と Tsub とを比較する (ステップ S 4 8 2)。

【0 1 3 7】Tmain の方が Tsub より短い場合に

は(ステップS482肯定)、メインプログラムが実行を開始する時のサブプログラムにおける実行中ブロックを取得し(ステップS483)、サブプログラムの実行を開始する(ステップS484)。

【0138】このサブプログラムの実行下で、メインプログラムを開始すべきブロックの実行開始をチェックし(ステップS485)、メインプログラムを開始すべきブロックの実行開始で、メインプログラム実行開始タイミング(Tm1)を計算する(ステップS486)。

【0139】つぎに時間カウントを開始し(ステップS487)、この時間カウント値よりTm1が経過したか否かをチェックする(ステップS488)。Tm1が経過すればメインプログラムの実行を開始する(ステップS489)。

【0140】これに対し、Tmainの方がTsubより長い場合には(ステップS482否定)、サブプログラムが実行を開始する時のメインプログラムにおける実行中ブロックを取得し(ステップS493)、メインプログラムの実行を開始する(ステップS494)。

【0141】このメインプログラムの実行下で、サブプログラムを開始すべきブロックの実行開始をチェックし(ステップS495)、サブプログラムを開始すべきブロックの実行開始で、サブプログラム実行開始タイミング(Tm2)を計算する(ステップS496)。

【0142】つぎに時間カウントを開始し(ステップS497)、この時間カウント値よりTm2が経過したか否かをチェックする(ステップS498)。Tm2が経過すればサブプログラムの実行を開始する(ステップS499)。

【0143】つぎに上述のプログラム起動時間調整処理フロー(図11)に従った図10(a)、(b)のメインプログラムとサブプログラムの実行手順を説明する。なお、ここではTmain>Tsubの場合について説明する。

【0144】メインプログラムは、ブロック452でサブプログラムを呼び出すと共に、メインプログラムもサブプログラムと並列に実行する。

【0145】この指令で、メインプログラムのブロック453からブロック455までの処理時間Tmainと、サブプログラムのブロック461からブロック462までの処理時間Tsubを計算する。メインプログラムのブロック452から処理時間を逆算して、サブプログラムの実行を開始すべきブロック454を得る。

【0146】ブロック454を実行開始した時、ブロック454の開始からサブプログラムを実行開始するタイミングまでの時間(Tm2)を計算する。ブロック454の開始からTm2が経過したときにサブプログラムの実行を開始する。

【0147】これによりメインプログラムのブロック455とサブプログラムのブロック462が同時に実行完

了する。

【0148】図12は上述のような実施の形態4による数値制御装置が適用されるCNC工作機械の一例を示している。この工作機械は、ワークWを切断する突切り工具471と、切断されたワークWの搬出を行うセパレータ472とを有している。

【0149】図10(a)、(b)に示されているプログラム例において、サブプログラムのブロック461から462にセパレータ472をA位置からB位置へ移動せしめる加工プログラムを作成し、メインプログラムのブロック453から455には突切り工具471によってワークWを切断する加工プログラムを作成する。

【0150】これによって、ブロック452でセパレータ472の移動プログラムが呼び出されると共に、突切り工具471はワークWの切断を行う。

【0151】このとき、メインプログラムのブロック455とサブプログラムのブロック462が同時に終了するため、ワークWの切断完了とセパレータ472が位置Bに到達するのが同時になるようにセパレータ472の移動開始を調整できる。これによって、セパレータ472が切断されたワークWを受け取るにあたり、ワークWの切断に伴い発生する切り粉がセパレータ472内に入り込む量を減らすことができる。

【0152】(実施の形態5)図13はこの発明による数値制御装置の実施の形態5を示している。尚、図13に於いて、図3に対応する部分は図3に付した符号と同一の符号を付けてその説明を省略する。

【0153】この数値制御装置には、加工プログラムのブロックごとに実行時間を計算するブロック実行時間計算処理部として、\$1ブロック実行時間計算処理部501と、\$2ブロック実行時間計算処理部511と、\$[1]ブロック実行時間計算処理部521と、\$[2]ブロック実行時間計算処理部531とが設けられている。

【0154】また補間演算部103には、直列並列切り換え処理部201、プログラム並列運転カウンタ202、カウンタ入力部203に加えて、軸移動指令実行時間計算処理部502と、補助指令処理時間定義テーブル503と、プログラム実行時間計算処理部504と、移動速度計算処理部505と、補間間隔調整処理部506と、補間時間計算処理部507とが設けられている。

【0155】軸移動指令実行時間計算処理部502は軸を移動せしめる指令の実行時間を計算する。

【0156】補間時間計算処理部507はメインプログラムまたはサブプログラムの補間中のブロックのブロック実行完了までの時間を計測し、補助指令処理時間定義テーブル503は加工プログラムの補助指令の処理時間を設定する。補助指令処理時間定義テーブル503は実施の形態4における補助指令処理時間定義テーブル403と同等のものである(図9参照)。

【0157】プログラム実行時間計算処理部504は各ブロック実行時間計算処理部501、511、521、531と補間時間計算処理部507の計算結果と補助指令処理時間定義テーブル503より加工プログラムの実行時間を計算する。

【0158】移動速度計算処理部505はサブプログラムが該サブプログラムを呼び出したメインプログラムの指定ブロックにおいて同時に終了するための軸送り速度を計算する。

【0159】補間間隔調整処理部506は移動速度計算処理部505にて計算された軸送り速度で軸移動させるために補間距離を調整する。

【0160】ここでは特に、システム1において\$1メインプログラム101よりサブプログラム121を呼び出す場合について説明する。

【0161】\$1メインプログラム101は、\$1解析処理部102により解析処理を行なわれる。このときの制御軸は\$1軸定義部100で設定される。また、\$1メインプログラム101から呼び出されるサブプログラム121は、解析処理部122により解析処理を行なわれる。このときの制御軸は\$[1]軸定義部120で設定される。

【0162】これにより、この実施の形態でも、サブプログラムにおける制御軸とメインプログラムにおける制御軸とを別々の軸で設定することができ、\$1メインプログラム101とサブプログラム121とを並列に実行することが可能となる。

【0163】ここで、サブプログラム121が\$1メインプログラム101と並列に実行されるように呼び出す。このとき、\$1ブロック実行時間計算処理部501において\$1メインプログラムの次ブロックからサブプログラム復帰指定ブロックまでのブロックごとの実行時間を計算する。

【0164】また、\$[1]ブロック実行時間計算処理部521においてサブプログラム121の起動開始ブロックから復帰ブロックまでのブロックごとの実行時間を計算する。

【0165】次に、軸移動指令実行時間計算処理部502において、\$1メインプログラム101のサブプログラム復帰指定ブロックまでの軸移動指令の実行時間( $T_{ma}$ )と、サブプログラム121の復帰ブロックまでの軸移動指令の実行時間( $T_{sa}$ )とを計算する。

【0166】また、プログラム実行時間計算処理部504で、各ブロック実行時間計算処理部501、511、521、531で計算されたブロック実行時間より、\$1メインプログラム101の軸移動指令以外の実行時間( $T_{mb}$ )とサブプログラム121の軸移動指令以外の実行時間( $T_{sb}$ )とを計算する。ここで、各ブロック中に補助指令がある場合は、補助指令の実行時間を設定した補助指令処理時間定義テーブル503をチェックし

て実行時間を計算する。

【0167】 $T_{ma}$ 、 $T_{sa}$ 、 $T_{mb}$ 、 $T_{sb}$ より、移動速度計算処理部505において、\$1メインプログラム101の実行時間( $T_m = T_{ma} + T_{mb}$ )とサブプログラム121の実行時間( $T_s = T_{sa} + T_{sb}$ )が一致するような軸移動速度を計算する。

【0168】サブプログラム121の実行時間を変える場合には、 $T_{ma} + T_{mb} = n \cdot T_{sa} + T_{sb}$ となる $n$ を計算する。 $n$ はサブプログラム121で制御する軸のオーバーライド量となり、サブプログラム121の軸移動指令に対する送り速度に $n$ をかけた値を新たな送り速度とみなす。

【0169】移動速度計算処理部505において計算された送り速度で軸が移動するように、補間間隔調整処理部506で補間量を調整する。また、補間時間計算処理部507は補間中のブロックにおけるブロック実行完了までの時間を計算する。上記のようにして、\$1メインプログラム101とサブプログラム121の実行開始と終了を一致させる。

【0170】図14(a)、(b)は、実施の形態4にて使用されるメインプログラムと、そのメインプログラムより呼び出されるサブプログラムの一具体例を示している。

【0171】図14(a)に示されているメインプログラムにおいて、551はメインプログラムの先頭ブロック、552はサブプログラムを呼び出して並列に実行し、同時に実行開始してメインプログラムのシーケンス番号200のブロックとサブプログラムのメインプログラムへの復帰指令ブロックが同時に終了するようにサブプログラムの実行時間を調整する指令、553はブロック552の次ブロックである。554はサブプログラムの終了と同期させるメインプログラムの指定ブロックである。

【0172】図14(b)に示されているサブプログラムにおいて、561はサブプログラムのプログラム番号、562はメインプログラムより呼び出されたサブプログラムの実行開始ブロック、563はサブプログラムからメインプログラムへの復帰指令である。

【0173】つぎにこの実施の形態におけるプログラム起動時間調整処理フローを図15を参照して説明する。

【0174】まず軸移動指令実行時間計算処理部502によりメインプログラムの軸移動指令の実行時間( $T_{ma}$ )とサブプログラムの軸移動指令の実行時間( $T_{sa}$ )とを求め(ステップS571、S572)、プログラム実行時間計算処理部504によりメインプログラムの軸移動指令以外の実行時間( $T_{mb}$ )とサブプログラムの軸移動指令以外の実行時間( $T_{mb}$ )とを求める(ステップS573、S574)。

【0175】つぎにメインプログラムの指令により選択された実行時間を調整する側のプログラムを判定する

(ステップ S 5 7 5)。

【0176】メインプログラムの実行時間を調整するには(ステップ S 5 7 5 肯定)、 $T_{ma}$ と $T_{sa}$ と $T_{mb}$ と $T_{sb}$ から、プログラムの実行が同時に終了するためのメインプログラムにおけるオーバーライド量( $V_m$ )を計算する(ステップ S 5 8 1)。

【0177】次にメイン及びサブプログラムを実行開始し(ステップ S 5 8 2)、メインプログラムにおいてオーバーライドを実行し(ステップ S 5 8 3)、メインプログラムの軸移動指令に対して、軸移動速度に $V_m$ をかけた速度で軸制御を行う。

【0178】この後においては、メインプログラムの実行中ブロックが終了したことを判定し(ステップ S 5 8 4)、実行中ブロック終了の場合にはメインプログラムの指定ブロック終了を判定する(ステップ S 5 8 5)。指定ブロック終了時である場合にはオーバーライドを終了する(ステップ S 5 8 6)。指定ブロック終了時でない場合には、ステップ S 5 7 1に戻り、オーバーライド量の再計算を行う。

【0179】これに対し、サブプログラムにおいてオーバーライドをかける場合には(ステップ S 5 7 5 否定)、 $T_{ma}$ と $T_{sa}$ と $T_{mb}$ と $T_{sb}$ から、プログラムの実行が同時に終了するためのサブプログラムにおけるオーバーライド量( $V_s$ )を計算する(ステップ S 5 9 1)。

【0180】次にメイン及びサブプログラムを実行開始し(ステップ S 5 9 2)、サブプログラムにおいてオーバーライドを実行し(ステップ S 5 9 3)、サブプログラムの軸移動指令に対して、軸移動速度に $V_s$ をかけた速度で軸制御を行う。

【0181】この後においては、サブプログラムの実行中ブロックが終了したことを判定し(ステップ S 5 9 4)、実行中ブロック終了の場合にはサブプログラムの指定ブロック終了を判定する(ステップ S 5 9 5)。指定ブロック終了時である場合にはオーバーライドを終了する(ステップ S 5 9 6)。指定ブロック終了時でない場合には、ステップ S 5 7 1に戻り、オーバーライド量の再計算を行う。

【0182】つぎに上述のプログラム起動時間調整処理フロー(図 1 5)に従った図 1 4 (a)、(b)のメインプログラムとサブプログラムの実行手順を説明する。なお、ここではサブプログラムの実行速度を調節する場合について説明する。

【0183】メインプログラムはブロック 5 5 2でサブプログラムを呼び出すと共に、メインプログラムも続けて実行する。

【0184】この指令で、メインプログラムのブロック 5 5 3からブロック 5 5 4までの実行時間( $T_m = T_{ma} + T_{mb}$ )と、サブプログラムのブロック 5 6 2からブロック 5 6 3までの実行時間( $T_s = T_{sa} + T_{sb}$ )を計算する。

【0185】次に、移動速度計算処理部 5 0 5により、サブプログラムの実行時間を調節するため、サブプログラムにおけるオーバーライド量を計算する。

【0186】次に、サブプログラムにおいてオーバーライドをかけて、軸移動指令に対する送り速度を調節することによりサブプログラムの実行時間を調整する。これによりメインプログラムのブロック 5 5 4とサブプログラムのブロック 5 6 3が同時に終了する。

【0187】図 1 6は上述のようなメインプログラムとサブプログラムの一動作例のタイミングチャートである。

【0188】図 1 6において、5 5 5から5 5 9はメインプログラムのタイミングチャートであり、5 5 5と5 5 7と5 5 9で軸が移動する。また、5 6 5から5 6 8はサブプログラムのタイミングチャートで、5 6 5と5 6 7で軸が移動する。

【0189】5 6 5 1から5 6 8 1はサブプログラムの実行時間を調整した場合のタイミングチャートである。5 6 6と5 6 6 1、5 6 8と5 6 8 1はそれぞれ同じ時間で、5 6 5と5 6 7の軸移動ブロックがそれぞれ5 6 5 1と5 6 7 1の実行時間となるように軸送り速度が調節される。

【0190】これにより5 5 5から5 5 9までの実行時間と、5 6 5 1から5 6 8 1までの実行時間が同じになり、メインプログラムとサブプログラムの開始と完了が同時になる。

【0191】(実施の形態 6) 図 1 7はこの発明による数値制御装置の実施の形態 6を示している。尚、図 1 7に於いて、図 1に対応する部分は図 1に付した符号と同一の符号を付けてその説明を省略する。

【0192】この数値制御装置においては、メモリ 1 4 1に完了チェック条件設定プログラム 6 0 1が割り付けられ、また完了チェック条件解析処理部 6 0 2が設けられる。

【0193】完了チェック条件設定プログラム 6 0 1はサブプログラムからメインプログラムへの復帰条件を設定し、完了チェック条件解析処理部 6 0 2は完了チェック条件設定プログラム 6 0 1の解析処理を行う。

【0194】補間処理部 1 0 3には、数値制御装置または工作機械の状態を知るための NC ステータステーブル 6 0 4と、NC ステータステーブル 6 0 4より設定したサブプログラムからメインプログラムへの復帰条件を満たしているか否かを判定する完了チェック条件判定部 6 0 3と、完了チェック条件判定部 6 0 3において条件を満たすと判定された場合にセットする完了チェックカウンタ 6 0 5と、完了チェックカウンタ 6 0 5の値によってメインプログラムを再開するメインプログラム再開処理部 6 0 6とが設けられている。

【0195】以下に、系統 1 において \$ 1 メインプログラム 1 0 1よりサブプログラム 1 2 1を呼び出す場合に



ついて説明する。

【0196】完了チェック条件設定プログラム601は、\$1メインプログラム101よりサブプログラム121を呼び出し、サブプログラム121の実行中に\$1メインプログラム101に復帰させるための条件を設定する。

【0197】完了チェック条件解析処理部602は該完了チェック条件設定プログラム601の解析処理を行う。完了チェック条件解析処理部602により解析された内容に従い、完了チェック条件判定部603で、数値制御装置または周辺装置の状態を表わしたNCステータステーブル604により判定を行い、条件を満たす場合には完了チェックカウンタ605をセットする。完了チェックカウンタ605がセットされれば、メインプログラム再開処理部606でメインプログラムを再開する。

【0198】図18(a)～(c)は実施の形態6にて使用されるメインプログラムとサブプログラムと完了チェック条件設定プログラムの一具体例を示している。

【0199】図18(a)に示されているメインプログラムにおいて、611はメインプログラムの実行開始ブロック、612はサブプログラムを呼び出し、サブプログラムをプログラム番号60、シーケンス番号100より実行し、完了チェック条件設定プログラムをプログラム番号10006を選択して、サブプログラムのシーケンス番号200番以降において、完了チェック条件を判定し、メインプログラムのシーケンス番号100の次ブロックより再開する指令ブロックである。また613はメインプログラムにおけるシーケンス番号100のブロック、614はその次ブロックである。

【0200】図18(b)に示されているサブプログラムは、上述のメインプログラムより呼び出されるサブプログラムであり、621はサブプログラムのプログラム番号を表わし、622はメインプログラムより呼び出され、実行開始するブロックである。623はブロック622の次ブロック、625はシーケンス番号200のブロック、624はブロック625の前ブロック、626はサブプログラムからメインプログラムへの復帰指令ブロックである。

【0201】図18(c)に示されている完了チェック条件設定プログラムにおいて、631はそのプログラム番号、632は完了チェック条件を記述したものである。

【0202】ここで、サブプログラムは図2に示されているワーク搬送装置を制御するプログラムであり、Xsub軸とZsub軸に対して指令を行う。また、完了チェック条件設定プログラムにおける632のR1345はXsub軸の現在位置を表わし、R2001は完了チェックカウンタである。

【0203】メインプログラムはブロック612でサブプログラムを呼び出し、サブプログラムはブロック62

2よりブロック626まで実行する。これに並行して、メインプログラムはブロック613まで実行し、サブプログラム完了待ち状態になる。

【0204】サブプログラムはブロック625の実行を開始してから、完了チェック条件設定プログラムに記述された内容を判定する。ここでは、Xsub軸の位置が150mmよりも小さくなった時に完了チェックカウンタR2001がセットされ、メインプログラムはブロック614より実行を再開する。

【0205】これにより、図2に示されているような加工システムにおいて、ワーク搬送装置のアームが工作機械171または工作機械172の加工室内より復帰して、工作機械171または工作機械172と干渉しあわない位置まで移動したとき、工作機械171または工作機械172は即時に加工を開始でき、加工のサイクルタイムを短縮できる。

【0206】(実施の形態7)図19はこの発明による数値制御装置の実施の形態7を示している。尚、図19において、図1、図6に対応する部分は図1、図6に付した符号と同一の符号を付けてその説明を省略する。

【0207】この数値制御装置では、複数の解析処理部102a、102b…が各々加工プログラム選択部701、完了待ちキャンセル処理部702と、解析処理起動部703と、補助指令/サブ系統起動処理選択部704と、起動系統選択部705とを有している。

【0208】補間処理部103は、補間演算を行う補間処理手段200以外に、プログラム起動処理部305と、ブロック実行調整部710と、ブロック実行タイミング調整部711と、系統間同期処理部712と、系統間同期無効処理部713とを有している。

【0209】メモリ145には、サブ系統起動データテーブル720と、補助機能コードサブ系統起動パラメータテーブル721と、系統起動制御テーブル722とが定義されている。

【0210】これらが設けられたことにより、数値制御装置は、完了キャンセル待ち処理、サブ系統先読み起動処理、補助機能コードによるサブ系統直接呼出し処理、起動系統自動選択処理、サブ系統プログラム共用処理、系統間同期無効処理を行うことができる。以下に、これら各処理について詳細に説明する。

【0211】(完了キャンセル待ち処理)完了待ちキャンセル部702は、サブ系統の完了を待っている系統(親系統)の完了待ち状態を解除するものであり、サブ系統の完了を待ってから次ブロックを実行するように指令された親系統(メイン系統)に属するサブ系統完了待ちフラグを、サブ系統における完了待ちキャンセル指令でオフする。

【0212】ブロック実行調整部710は、完了待ちキャンセル部702により完了待ち状態を解除された系統の次ブロックの実行開始を調整するものであり、サブ系

10

20

30

40

50

統完了待ちフラグがオフになった親系統の次ブロックの  
実行開始禁止を解除することによって親系統のサブ系統  
完了待ち状態を解除する。

【0213】つぎに、図20(a)、(b)、図21を  
参照して完了待ちキャンセル処理について説明する。

【0214】サブ系統では、図20(a)に示されてい  
るように、サブ系統で実行する加工プログラムの次ブ  
ロックが完了待ちキャンセル指令であるかどうかを判  
別し(ステップS730)、完了待ちキャンセル指令で  
あれば、完了待ちキャンセル部702によって親系統側  
のサブ系統完了待ちフラグをオフする(ステップS73  
1)。

【0215】親系統では、図20(b)に示されてい  
るように、サブ系統起動指令であるかどうかを判別し(ス  
テップS741)、サブ系統起動指令でなければ、他の指  
令の解析処理を行う(ステップS742)。サブ系統起  
動指令であれば、これがサブ系統完了待ちタイプである  
かどうかを判別し(ステップS743)、サブ系統完了待  
ちフラグをオンする(ステップS744)。

【0216】つぎにサブ系統完了待ちフラグがオフであ  
るかどうかを判別し(ステップS745)、サブ系統完了  
待ちフラグがオフでない場合には親系統における次ブ  
ロックの実行開始を禁止する(ステップS776)。これ  
に対しサブ系統完了待ちフラグがオフの場合にはブロッ  
ク実行調整部710が親系統における次ブロックの実行  
開始禁止を解除する(ステップS747)。

【0217】これによりサブ系統からの指令で、親系統  
のサブ系統完了待ちを任意の時点でキャンセルすること  
ができる。

【0218】図21は完了待ちキャンセルの加工プログ  
ラム例を示している。系統1(親系統)のM112指令  
によりサブプログラムの呼出しが行われ、サブプログラ  
ムはG144指令によってサブ系統を起動する。G14  
4指令のパラメータがA102B2D0であることによ  
り、プログラム番号102のマクロプログラム(例え  
ば、自動旋盤の背面チャック後退動作プログラム)をサ  
ブ系統[2]がサブ系統完了待ちタイプで実行する。背  
面チャック後退動作プログラムのG145指令が完了待  
ちキャンセル指令であり、サブ系統におけるG0Z10  
指令実行後に完了待ちキャンセル指令が実行されること  
によって親系統における次ブロックの実行開始禁止が解  
除される。

【0219】これにより自動旋盤などの工作機械におい  
て、親系統のワーク、刃物台などが前進しても、ワー  
ク、刃物台が背面チャックと干渉しない位置まで背面チャ  
ックが後退した時点で、背面チャックの後退動作が完  
了することを待たずにワーク、刃物台などの前進が開始  
される。このため、サイクルタイムが短縮される。一回  
のサイクルタイムの短縮が微々たるものであっても、小  
さい部品を切削加工する自動旋盤のように、一回のサイ

クルタイムが短く、一日の製造個数が多いものでは、生  
産効率の向上に大きく寄与する。

【0220】(サブ系統先読み起動処理)解析処理起動  
部703は、メインプログラムにおけるサブ系統起動指  
令を先読み解析し、サブ系統の解析処理を開始させる。

【0221】サブ系統起動データテーブル720は、解  
析処理起動部703によるサブ系統起動指令の先読み解  
析に基づいてサブ系統起動のためのデータをサブ系統解  
析処理部(例えば、解析処理部102b)に渡す。

【0222】ブロック実行タイミング調整部711は、  
サブ系統解析処理部によるサブ系統プログラムの解析処  
理が完了した時点でサブ系統の第1ブロック補間処理を  
開始するタイミングを調整する。

【0223】つぎに、図22(a)、(b)、図23、  
図24を参照して先読みサブ系統起動処理について説明  
する。

【0224】図22(a)は親系統によるサブ系統起動  
処理ルーチンを示している。親系統では、先ず指令がG  
コードによるかどうかを判別し(ステップS75  
0)、Gコードでない場合には、他の処理を行う(ス  
テップS751)。Gコードの場合には、先読みタイプの  
サブ系統起動指令(G144指令)であるかどうかを判別  
する(ステップS752)。G144指令でない場合には、  
他のGコードの処理を行う(ステップS753)。

【0225】G144指令である場合には、サブ系統起  
動データセット処理として、サブ系統起動指令の先読み  
解析に基づいてサブ系統起動データテーブル720にサ  
ブ系統起動のためのデータ(G144指令に続くパラメ  
ータ値)をセットし(ステップS754)、解析処理起  
動部703がサブ系統解析処理部の起動処理を行い(ス  
テップS755)、系統起動制御テーブル722に起動  
系統データをセットする(ステップS756)。

【0226】図22(b)はサブ系統による加工プログ  
ラム実行プロセス処理ルーチンを示している。サブ系統  
はサブ系統起動データテーブル720にセットされた起  
動系統データに基づいて加工プログラム選択部701が  
サブ系統の加工プログラムを選択し、サブ系統第1ブ  
ロックの解析データセットが完了すれば(ステップS76  
0)、つぎにそれが先読み起動が可能なものであるか否  
かを判別する(ステップS761)。このサブ系統第1  
ブロックの解析データセットは親系統におけるG144  
の前のブロックの補間処理に並行して行われ、この補間  
処理が完了する以前に完了することができる。

【0227】先読み起動が可能な場合には、親系統  
のG144指令の前ブロックの動作が完了していること  
を待つが(ステップS762)、先読み起動が可能であ  
れば、親系統のG144指令の前ブロックの動作完了を  
待たずにブロック実行データをセットし(ステップS7  
63)、補間処理を実行する(ステップS764)。

【0228】これにより親系統におけるG144の前の

ブロックの実行中にサブ系統第1ブロックを実行開始することになる。

【0229】上述の動作により、サブ系統起動指令の解析段階で、サブ系統の第1ブロックの解析処理が開始され、親系統でサブ系統起動指令ブロックを処理する時には既に先読みでサブ系統を実行開始することができる。このため、加工サイクルにおいて、サブ系統の起動処理に要する時間をなくす事ができ、サイクル時間が短縮される。

【0230】図23は先読みサブ系統起動処理を含む加工プログラム例を、図24は先読みサブ系統起動処理が適用される工作機械（自動旋盤）を示している。

【0231】この場合、系統1でG144指令を先読みして解析処理を行った時点で、サブ系統[3]を起動するため、系統1の工具1が切り上げ動作（G0X10指令）を行いつつ、G0X0. Z3. 0指令で、サブ系統[3]のセンタ穴空け工具（工具2）が加工開始位置に位置決めすることができる。

【0232】なお、切り上げ指令の前に、G144指令が行われれば、先読みが行われなくとも工具1による切り上げ動作と工具2の位置決め動作とを並行させて行うことが可能であるが、この場合には切り上げ動作時にサブ系統[3]の起動処理時間がかかるため、系統1の加工に影響を与えることになる。

【0233】これに対して、上述のように先読み起動を行うことによって、系統1に影響を与えずにサブ系統[3]の起動を早めることができる。

【0234】（補助機能コードサブ系統直接呼出し処理）補助機能コードサブ系統起動パラメータテーブル721は、メインプログラムにおいてサブ系統を直接起動できる補助機能コード（M114）を設定する。

【0235】補助指令／サブ系統起動処理選択部704は、メインプログラムにおいて指令された補助機能コードがサブ系統の起動を指令する補助指令か、それ以外の補助指令であるかを選択（判別）する。

【0236】解析処理部102aにて補助指令／サブ系統起動処理選択部704によってMSTB（補助機能コード）指令が選択されると、補助機能コードサブ系統起動パラメータテーブル721をチェックし、補助機能コードサブ系統起動の設定があれば、同じく設定されているサブ系統起動データを解析処理起動部703によってサブ系統起動データテーブル720にセットし、サブ系統解析処理部を起動する。

【0237】つぎに、図25、図26を参照して補助機能コードによるサブ系統直接呼出し処理について説明する。

【0238】図25は親系統による補助機能コードサブ系統直接呼出し処理ルーチンを示している。親系統では、まず指令がMSTB指令であるか否かを判別し（ステップS770）、MSTB指令でない場合には、他の

処理を行う（ステップS771）。MSTB指令の場合には、補助指令／サブ系統起動処理選択部704によって補助機能コードサブ系統起動パラメータテーブル721に補助機能コードサブ系統起動の設定があるか否かを判別する（ステップS772）。この設定がない場合には、他の補助機能指令処理を行う（ステップS773）。

【0239】補助機能コードサブ系統起動の設定がある場合には、解析処理起動部703によってサブ系統起動データをサブ系統起動データテーブル720にセットし（ステップS774）、サブ系統解析処理部を起動する（ステップS775）。

【0240】図26は、系統1で、サブ系統を直接起動するM114指令が解析された場合に、ユーザプログラムからサブ系統[4]が直接起動されることを示すイメージ図である。

【0241】これによりオペレータが指令した補助指令によってマイクプログラムを介さずにサブ系統を直接起動できるから、マイクプログラムの起動時間を短縮でき、またプログラム長を短縮でき、メモリを節約することができる。

【0242】（起動系統自動選択処理）系統起動制御テーブル722は、解析処理起動部702とリンクし、各処理系列の一連処理の実行状態を示すデータを書き込まれる。この系統起動制御テーブル722は、系統情報テーブルであり、各系統毎に系統専有フラグのオンオフ状態を書き込まれる。ここでは、系統専有フラグがオンであれば、その系統は既に親系統あるいはサブ系統を割り付けられて使用中であることを示す。

【0243】起動系統選択部705は、系統起動に際して系統起動制御テーブル722に書き込まれたデータより一連処理を実行していない処理系列を選び、起動する系統の一連処理を実行させるように割り付ける。

【0244】図27は起動系統自動選択処理によるサブ系統解析部の起動処理ルーチンを示している。親系統の解析処理部102aは、先ず系統ループカウンタをセットする（ステップS780）。つぎに、起動系統選択部705が予めパラメータによって定義されたサブ系統起動用の系統であるか否かを確認し（ステップS781）、サブ系統起動用の系統であれば、同起動系統選択部705が系統起動制御テーブル722のなかのサブ系統使用情報をもってサブ系統運転中でないか否かを判別する（ステップS782）。確認したサブ系統が使用中でなければ、系統起動制御テーブル722の系統起動フラグをオンし、新たに設定した系統起動制御テーブル722にサブ系統識別番号データをセットする（ステップS783）。

【0245】使用していないサブ系統が見つからない場合には、系統ループカウンタでセットした回数だけ使用中でないサブ系統が見つかるまでループを繰り返す（ス

テップ S 7 8 4)。なお、系統ループカウンタでセットした回数だけループを繰り返しても使用中でないサブ系統が見つからない場合にはサブ系統起動不可フラグをオンする(ステップ S 7 8 5)。

【0 2 4 6】これにより、同時に実行する系統数が数値制御装置の処理能力によって決まる系統数内であれば、何系統でも発生されることができる。

【0 2 4 7】(サブ系統プログラム共用処理)各解析処理部に設けられている加工プログラム選択部 7 0 1 は、ある系統においてサブ系統で実行するように指令されたプログラム番号の加工プログラムが同一系統の加工プログラムとして存在するか否かを判別し、同一系統で指令プログラム番号の加工プログラムが存在する場合にはその加工プログラムを選択し、同一系統で指令プログラム番号の加工プログラムが存在しない場合には予め設定された系統、例えば系統 1 に存在する指令プログラム番号と同一のプログラム番号の加工プログラムを選択する。

【0 2 4 8】図 2 8 はサブ系統プログラム共用処理におけるサブ系統実行プログラム選択処理ルーチンを示している。まず、指令されたプログラム番号の、呼び出した系統と同じ系統の加工プログラムが空であるか否かを判別する(ステップ S 7 9 0)。これは、例えば、系統 2 で、プログラム番号が 9 1 0 1 の加工プログラムの呼び出しを行った場合に、系統 2 にプログラム番号が 9 1 0 1 の加工プログラムが存在するか否かと云うことである。

【0 2 4 9】空でない場合には、起動するサブ系統では、指令されたプログラム番号の、メイン系統(同系統)の加工プログラムを実行する(ステップ S 7 9 1)。

【0 2 5 0】空の場合には、指令されたプログラム番号の、系統 1 の加工プログラムが空きであるか否かを判別し(ステップ S 7 9 2)、空でない場合には、起動するサブ系統では、指令されたプログラム番号の、系統 1 の加工プログラムを実行する(ステップ S 7 9 3)。なお、指令されたプログラム番号の、系統 1 の加工プログラムが空きである場合には、指令されたプログラム番号の加工プログラムを実行することができないから、エラー処理を行う(ステップ S 7 9 4)。

【0 2 5 1】これによりサブ系統で実行する加工プログラムを総て系統 1 に記述することができる。

【0 2 5 2】図 2 9 (a) は図 3 0 に示されているようなセバレータ付き自動旋盤の加工プログラムの構成例を示している。この加工プログラムでは、系統 1 (工具 1 切削プログラム)と系統 2 (工具 2 切削プログラム)の共通の加工プログラムとして、プログラム番号が「9 1 0 1」のセバレータ制御プログラムが系統 1 にのみ存在する。

【0 2 5 3】図 2 9 (b) に示されているように、系統 1 において、G 1 4 4 指令で、A 9 1 0 1 のプログラム

番号が指定されても、系統 2 において、G 1 4 4 指令で、A 9 1 0 1 のプログラム番号が指定されても、サブ系統 [1] におけるプログラム番号 9 1 0 1 のセバレータ制御プログラムが起動する。換言すれば、プログラム番号 9 1 0 1 のセバレータ制御プログラムは系統 1 と系統 2 とで共用し、系統 1 がそのプログラムの書庫系統になる。

【0 2 5 4】このことにより各系統毎のプログラム作成の手間を省くことができ、併せてメモリを節約できる。

【0 2 5 5】(系統間同期無効処理)補間処理部 1 0 3 に設けられている系統間同期処理部 7 1 2 は系統間同期の補間処理を行い、系統間同期無効処理部 7 1 3 はシングルブロック運転時に系統間同期処理部 7 1 2 による系統間同期の補間処理を選択的に同期処理の対象より除外する。ここで云う系統間とは(親)系統間、(親)系統とサブ系統間のいずれを含むものである。

【0 2 5 6】図 3 1 は系統間同期無効処理ルーチンを示している。まず、シングルブロック要求があるか否かを判別し(ステップ S 8 0 0)、シングルブロック要求がある場合にはシングルブロック停止する(ステップ S 8 0 1)。

【0 2 5 7】つぎに多系統シングルブロックが有効であるか否かを判別し(ステップ S 8 0 2)、多系統シングルブロックが有効であれば、系統ループカウンタデータをセットする(ステップ S 8 0 3)。

【0 2 5 8】つぎに系統間同期無効処理部 7 1 3 によって系統間同期無効が行われている否かを判別する(ステップ S 8 0 4)。系統間同期無効でない場合には、フィードホールド停止するが(ステップ S 8 0 5)、系統間同期無効の場合にはフィードホールド停止を行わず、動作を続行する。この系統間同期無効の有無を系統ループカウンタにセットされた回数繰り返す(ステップ S 8 0 6)。

【0 2 5 9】図 3 2 は系統間同期無効のプログラム例を示している。系統 1 において、M 1 1 1 指令によりサブプログラムの呼び出しが行われ、サブプログラムが G 1 4 4 でサブ系統 [1] (チャック開動作系統)を起動する。サブ系統の" # 3 0 0 3 = 8 ; " の指令によりチャック開動作は系統間同期無効を宣言する。

【0 2 6 0】これにより、多系統シングルブロック運転時の系統 1 のシングルブロックによってサブ系統 [1] のチャック開動作が途中で停止しない。

【0 2 6 1】

【発明の効果】以上の説明より明かなように、この発明による数値制御装置によれば、サブプログラムによって制御できる軸を設定して、サブプログラム解析処理部により各系統のメインプログラムとは別に加工プログラム解析処理を行なうようにしたため、任意の系統よりサブプログラムを呼び出すことができ、更に、このサブプログラムを呼び出すことにより系統において制御できる軸

を付加できる。

【0262】また、サブプログラムによって制御できる軸をメインプログラムの制御軸とは別に設定できるようにしたため、サブプログラムをメインプログラムと並列に実行することが可能となり、加工のサイクルタイムを短縮できる。

【0263】また、例えば加工システムの付帯設備であるワーク搬送装置などの制御は、従来、加工プログラムの補助指令等によって、例えば付加軸用の位置決めコントローラを用いて制御していたが、この発明による数値

制御装置では、一つの数値制御装置によって付加軸の制御も行え、別の位置決めコントローラを不要とし、工作機械の製造コストを低く抑えることができる。

【0264】つぎの発明による数値制御装置によれば、メインプログラムとサブプログラムを直列または並列に適宜切り換えて実行できるため、例えばメインプログラムとサブプログラムを並列に実行すると機械が干渉しあうような場合に、一方のプログラムを実行中に他方のプログラムを実行したくない時には直列運転を行い、また、例えば、サブプログラムを実行している間にメイン

プログラムによる次の加工の準備を行いたいような場合に、一方のプログラムを実行中に他方のプログラムも実行したい時には並列運転を行うように、直列運転と並列運転とを適宜切り換えることができる。

【0265】また、メインプログラムとサブプログラムを並列に実行する場合の、加工前の試運転において、メインプログラムによる動作とサブプログラムの動作を別々に確認したい場合に、工作機械のスイッチを入力することによってプログラム並列運転カウンリセット信号を出力するシーケンス回路を作成することによって、メインプログラムとサブプログラムを直列に実行して、各々の動作をそれぞれ確認することができる。

【0266】つぎの発明による数値制御装置においては、メインプログラム、サブプログラムあるいは数値制御装置に接続されているシーケンス回路により直列運転あるいは並列運転の指令を行うことができ、この指令がユーザフレンドリに行われ得るようになる。

【0267】つぎの発明による数値制御装置によれば、NCステータステーブルより軸の位置や主軸の回転数、モータ電流値に応じて、ユーザが任意にサブプログラムまたは該サブプログラムを呼び出したメインプログラムの起動を調整し、またNCステータステーブルより別系統の制御軸の状態等も得ることができるため、その制御軸の状態に応じて加工プログラムの起動を調整することによって、詳細に系統間の同期をとることもできる。

【0268】つぎの発明による数値制御装置によれば、メインプログラムの指定ブロックとサブプログラムの実行終了時を同時にすることができる。例えばサブプログラムにセバレータの移動用プログラム、メインプログラムのサブプログラム呼び出し指令からサブプログラム終

了時の指定ブロックまでにワーク切断用プログラムを作成しておくことによって、セバレータはワーク切断時に発生する切り粉の入り込む量を減らして切断されたワークを受け取ることができる。

【0269】つぎの発明による数値制御装置によれば、プログラム起動調整に伴い指令に対する軸移動の遅延時間が補正され、この軸移動の遅延時間が補償される。

【0270】つぎの発明による数値制御装置によれば、メインプログラムとサブプログラムを並列に実行し、その開始と完了を同時にさせることができる。また、メインプログラムでの制御軸と、サブプログラムを呼び出したことにより追加された制御軸について、お互いの指令を同期させることができる。

【0271】つぎの発明による数値制御装置においては、加工プログラムのブロック実行途中であっても、メインプログラムの指定ブロックとサブプログラムの実行終了時を同時にしたり、メインプログラムとサブプログラムを並列に実行し、その開始と完了を同時にさせることができる。

【0272】つぎの発明による数値制御装置によれば、従来は補助指令については、その指令による動作や機械の仕様によって処理時間が異なるため、補助指令のある加工プログラムの処理時間を計算することができなかったが、補助指令処理時間定義テーブルを設けたことによって、補助指令を含む加工プログラムの実行時間も計算できるようになる。

【0273】つぎの発明による数値制御装置によれば、サブプログラムのメインプログラムへの復帰後のメインプログラムの再開を、数値制御装置または周辺機器の状態によって、例えば軸の位置や主軸の回転数、モータ電流値に応じて、ユーザが任意に調整できる。また、サブプログラムからメインプログラムへの復帰指令を待たずにメインプログラムを再開できるため、加工のサイクルタイムを短縮できる。

【0274】つぎの発明による数値制御装置によれば、サブ系統の制御軸がメイン系統の制御軸と干渉しない位置に移動した時点で、完了待ちをキャンセルすることができるから、メイン系統は次ブロックを実行し、それと並行してサブ系統が続けてプログラムを実行するから、サイクルタイムを短縮できる。

【0275】つぎの発明による数値制御装置によれば、サブ系統起動指令の前ブロックの指令による軸指令中にサブ系統起動指令を実行してサブ系統を起動開始できるから、サイクルタイムを短縮できる。

【0276】つぎの発明による数値制御装置によれば、オペレータが指令した補助機能コードによってサブ系統を直接起動できるから、サイクルタイムを短縮できる。

【0277】つぎの発明による数値制御装置によれば、周辺軸などを動作させたい場合に、その場でサブ系統を割り当てるから、周辺軸の個数だけサブ系統を必要とす

10

20

30

40

50

ることがなく、使用するメモリを削減することができる。

【0278】 つぎの発明による数値制御装置によれば、同一動作の周辺軸などのプログラムは各系統で共用され、このプログラムは1系統にのみ記述されればよいから、加工プログラムの作成が容易になり、またメモリを節約することができる。

【0279】 つぎの発明による数値制御装置によれば、シングルブロック運転において、系統間同期を選択的に無効にすることができるから、ある系統がシングルブロック停止しても、他の系統がフィードホールド状態することを回避でき、例えば、チャック開閉など、従来は油圧で制御していた機構をサーボ軸で制御させるような場合でも、チャック開閉が途中で止まることがなく、油圧動作時と同等の動作状態が得られるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明による数値制御装置の実施の形態1を示すブロック線図である。

【図2】 この発明による数値制御装置によって制御される加工システムの一具体例を示す説明図である。

【図3】 この発明による数値制御装置の実施の形態2を示すブロック線図である。

【図4】 (a)、(b)は補助指令によりプログラム並列運転カウンタをセットまたはリセットするためのシーケンスプログラムを示すフローチャートである。

【図5】 (a)、(b)は実施の形態2の数値制御装置にて使用されるメインプログラムとサブプログラムとを示すリスト図である。

【図6】 この発明による数値制御装置の実施の形態3を示すブロック線図である。

【図7】 (a)～(d)は実施の形態3の数値制御装置にて使用されるメインプログラム(系統1)とサブプログラムとメインプログラム(系統2)と起動条件設定プログラムの一具体例を示すリスト図である。

【図8】 この発明による数値制御装置の実施の形態4を示すブロック線図である。

【図9】 実施の形態4の数値制御装置にて使用される補助指令処理時間定義テーブルの例を示す説明図である。

【図10】 (a)、(b)は実施の形態4の数値制御装置にて使用されるメインプログラムとサブプログラムとの例を示すリスト図である。

【図11】 実施の形態4の数値制御装置におけるプログラム起動時間調整処理フローを示すフローチャートである。

【図12】 実施の形態4の数値制御装置によって制御される工作機械の一具体例を示す説明図である。

【図13】 この発明による数値制御装置の実施の形態5を示すブロック線図である。

【図14】 (a)、(b)は実施の形態5の数値制御

装置にて使用されるメインプログラムとサブプログラムとの例を示すリスト図である。

【図15】 実施の形態5の数値制御装置におけるプログラム起動時間調整処理フローを示すフローチャートである。

【図16】 実施の形態5の数値制御装置におけるメインプログラムとサブプログラムの実行動作例を示すタイミングチャートである。

【図17】 この発明による数値制御装置の実施の形態6を示すブロック線図である。

【図18】 (a)、(b)は実施の形態6の数値制御装置にて使用されるメインプログラムとサブプログラムとの例を示すリスト図である。

【図19】 この発明による数値制御装置の実施の形態7を示すブロック線図である。

【図20】 (a)は完了待ちキャンセル処理のサブ系統側のフローチャート、(b)は完了待ちキャンセル処理の親系統側のフローチャートである。

【図21】 完了待ちキャンセルの加工プログラム例を示す説明図である。

【図22】 (a)は先読みサブ系統起動処理の親系統におけるサブ系統処理ルーチンを示すフローチャート、

(b)は先読みサブ系統起動処理のサブ系統における加工プログラム実行プロセス処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図23】 先読みサブ系統起動の加工プログラム例を示す説明図である。

【図24】 先読みサブ系統起が適用される工作機械の一例を示す説明図である。

【図25】 補助機能コードサブ系統呼出し処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図26】 補助機能コードサブ系統呼出しの加工プログラム例を示す説明図である。

【図27】 起動系統自動選択処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図28】 サブ系統実行プログラム選択処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図29】 (a)はセバレータ付き自動旋盤の加工プログラムの構成例を示す説明図、(b)はサブ系統プログラム共用の加工プログラム例を示す説明図である。

【図30】 サブ系統プログラムを共用できるセバレータ付き自動旋盤を示す説明図である。

【図31】 系統間同期無効処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図32】 系統間同期無効のプログラム例を示す説明図である。

【図33】 従来における数値制御装置の一例を示すブロック線図である。

【符号の説明】

100 系統1軸定義部、101 系統1メインプログ

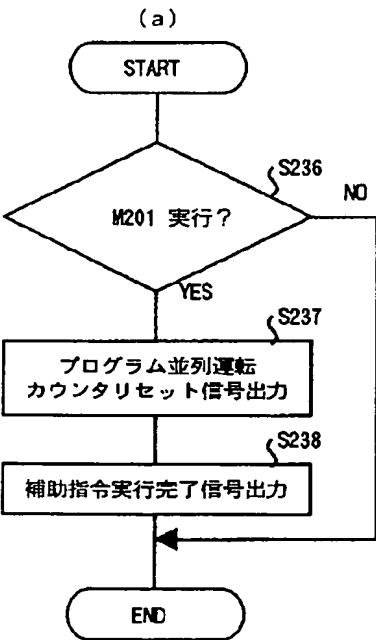
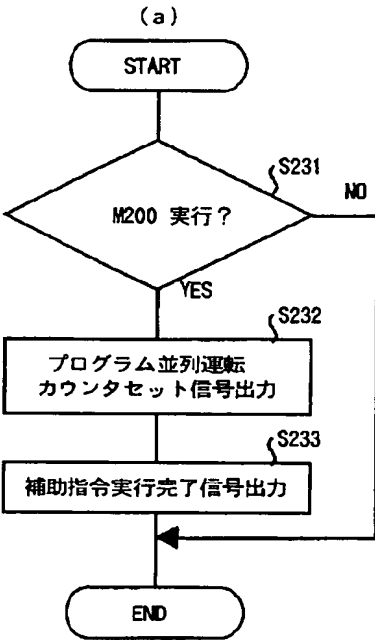
ラム、102 系統1解析処理部、102a、102b  
解析処理部、103 補間処理部、104 軸制御部、  
105 軸移動量出力回路、106 サーボ制御部、1  
07 サーボモータ、110 系統2軸定義部、111  
系統2メインプログラム、112 系統2解析処理部、  
116 サーボ制御部、117 サーボモータ、120  
\$[1] 軸定義部、121 サブプログラム、122  
\$[1] 解析処理部、126 サーボ制御部、127  
サーボモータ、130 \$[2] 軸定義部、131 サ  
ブプログラム、132 \$[2] 解析処理部、136  
サーボ制御部、137 サーボモータ、140 パラメ  
ータ設定部、141 メモリ、142 画面表示部、1  
43 表示ユニット、145、メモリ、151 機械制  
御信号処理部、152 シーケンス回路、155 主軸  
回転数出力回路、156 主軸制御部、157 主軸モ  
ータ、200 補間処理手段、201 直列並列切り換  
え処理部、202 プログラム並列運転カウンタ、20  
3 カウンタ入力部、301 起動条件設定プログラム、  
302 起動条件解析処理部、303 プログラム起動  
条件判定部、304 NCステータステーブル、305  
プログラム起動処理部、401 \$1ブロック実行時  
間計算処理部、402 補間時間計算処理部、403  
補助指令処理時間定義テーブル、404 プログラム実  
行時間計算処理部、405 プログラム起動時間調整処

理部、406 軸移動遅延時間補正処理部、411 \$  
2ブロック実行時間計算処理部、421 \$[1] ブロ  
ック実行時間計算処理部、431 \$[2] ブロック実  
行時間計算処理部、501 \$1ブロック実行時間計算  
処理部、502 軸移動指令実行時間処理部、503  
補助指令処理時間定義テーブル、504 プログラム実  
行時間計算処理部、505 移動速度計算処理部、506  
補間時間計算処理部、511 \$2ブロック実行時間  
計算処理部、521 \$[1] ブロック実行時間計算処  
理部、531 \$[2] ブロック実行時間計算処理部、  
601 完了チェック条件設定プログラム、602 完  
了チェック条件解析処理部、603 完了チェック条件  
判定部、604 NCステータステーブル、605 完  
了チェックカウンタ、606 メインプログラム再開処  
理部、701 加工プログラム選択部、702 完了待  
ちキャンセル処理部、703 解析処理起動部、704  
補助指令/サブ系統起動処理選択部、705 起動系  
統選択部、710 ブロック実行調整部、711 ブロ  
ック実行タイミング調整部、712 系統間同期処理  
部、713 系統間同期無効処理部、720 サブ系統  
起動データテーブル、721 補助機能コードサブ系統  
起動パラメータテーブル、722 系統起動制御テー  
ブル

【図 4】

【図 9】

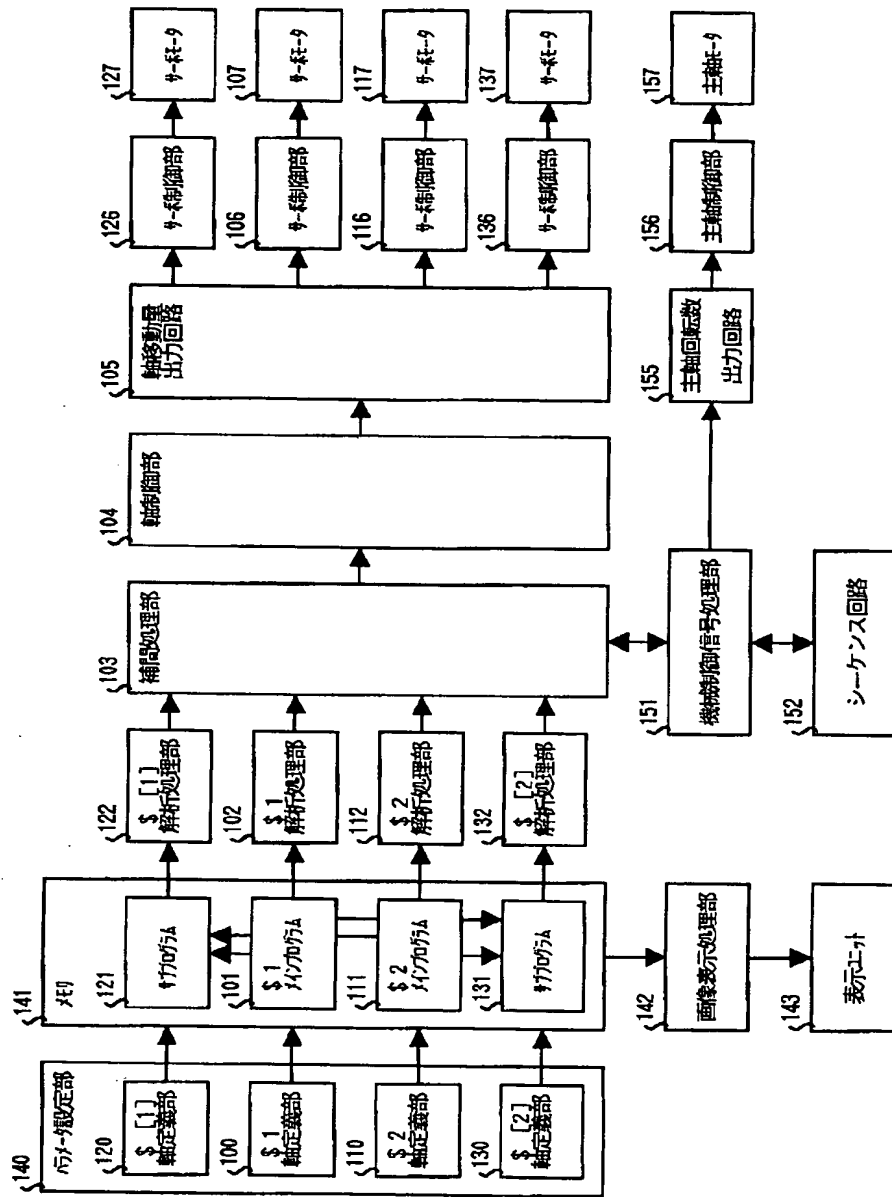
シーケンスプログラム



補助指令処理時間定義テーブル

M08	500
Mxx	100
M△△	100
M□□	50
M▲▲	400
M■ ■	400
M▽▽	200
M◇◇	100
T▽▽	10000
T◆◆	10000

【図 1】

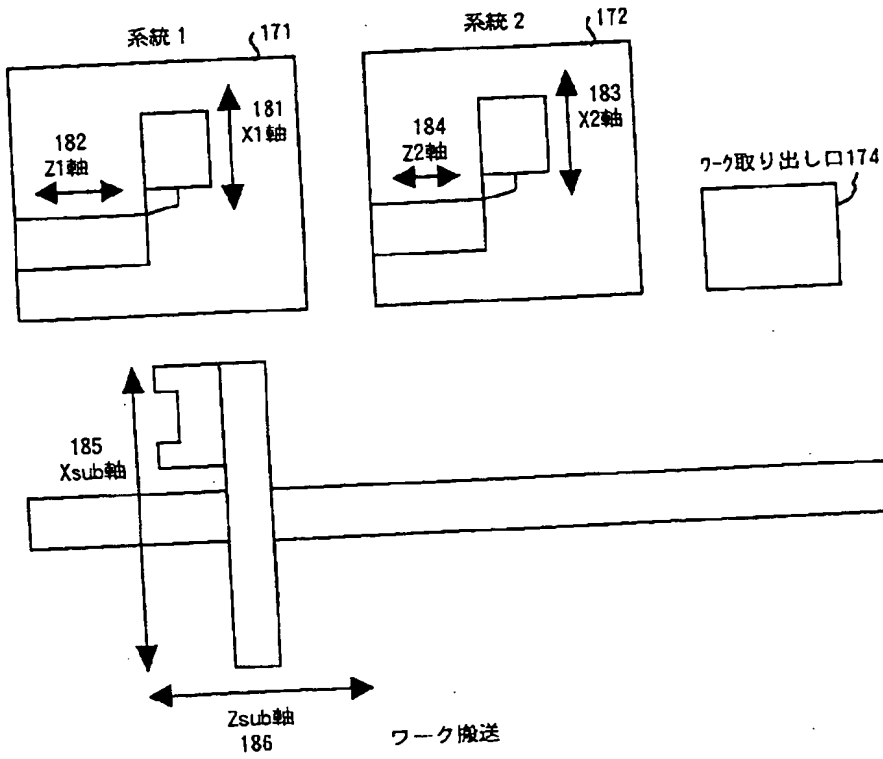




【図 2】

加工 1 (荒削り加工)

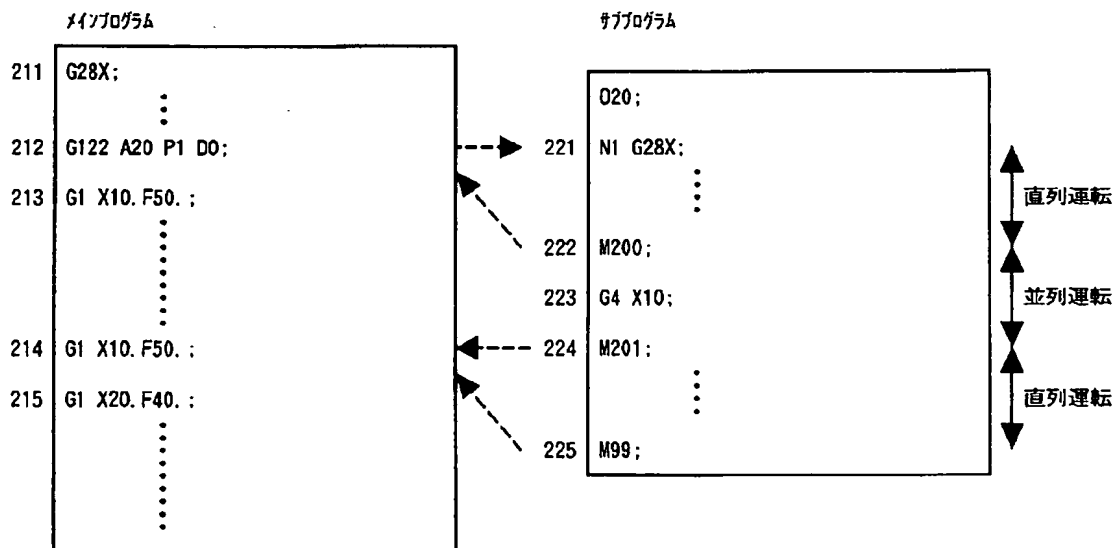
加工 1 (仕上げ加工)



【図 5】

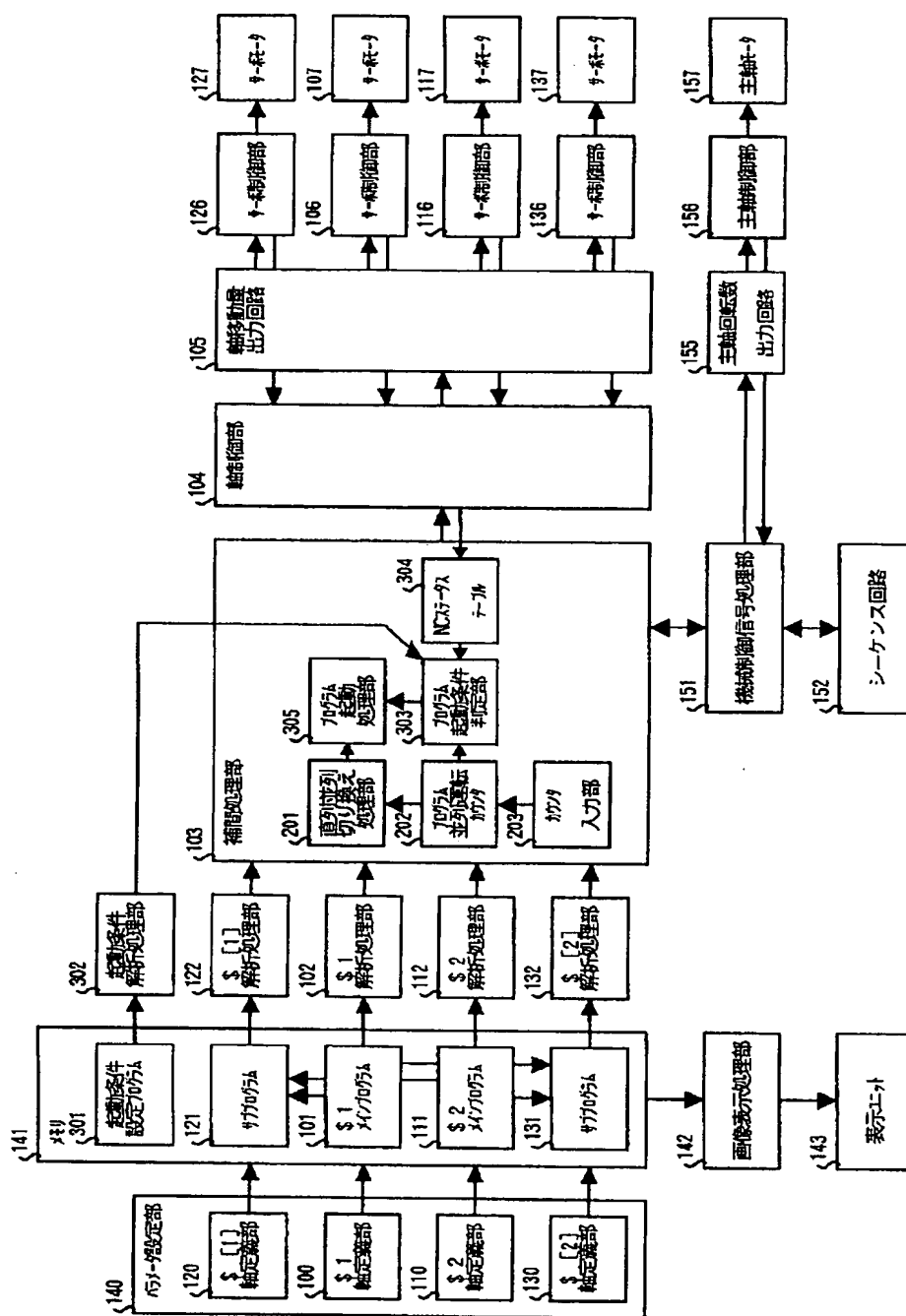
(a)

(b)

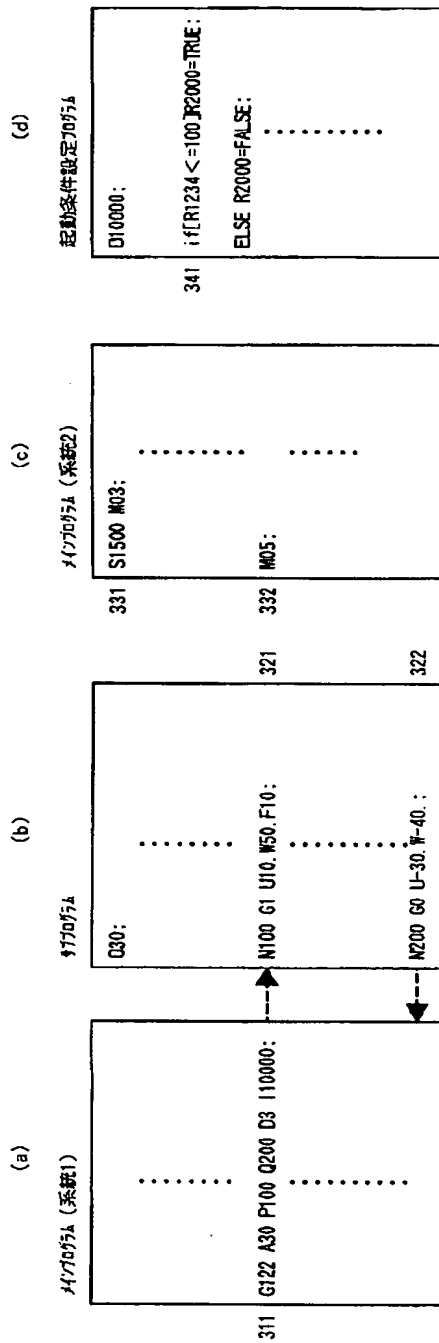


[illegible]

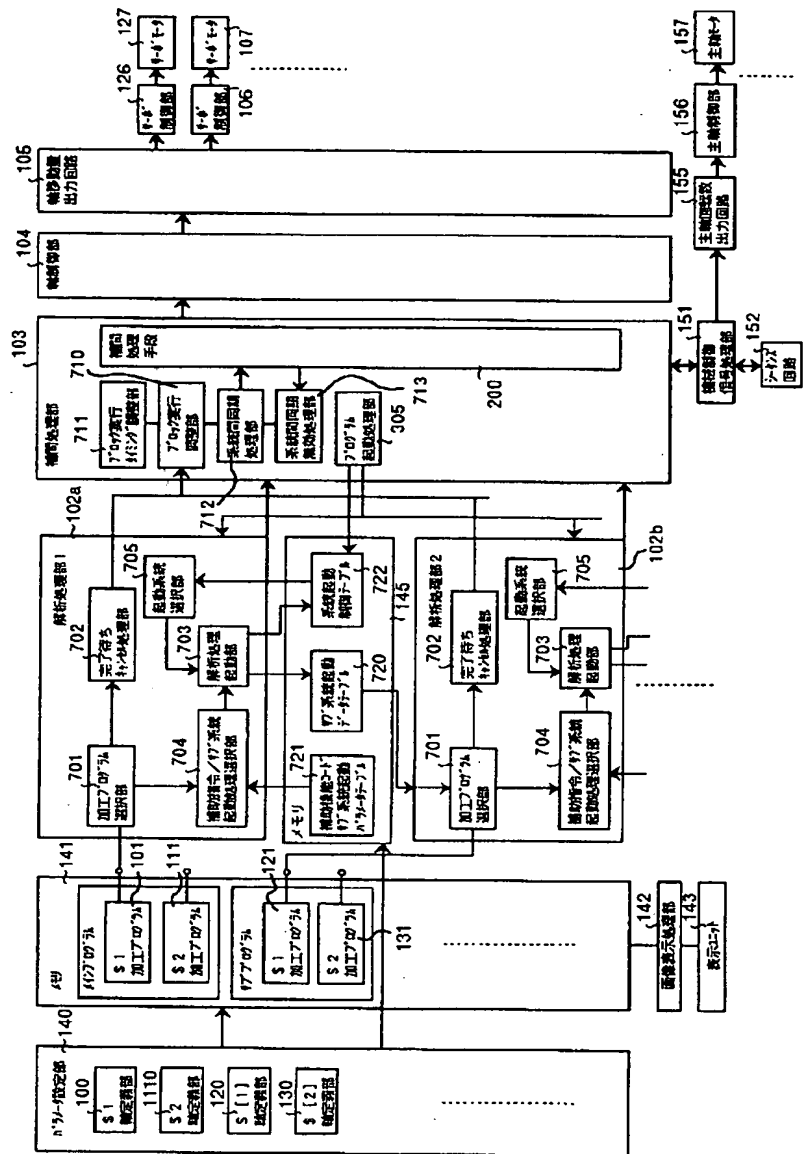
【图 6】



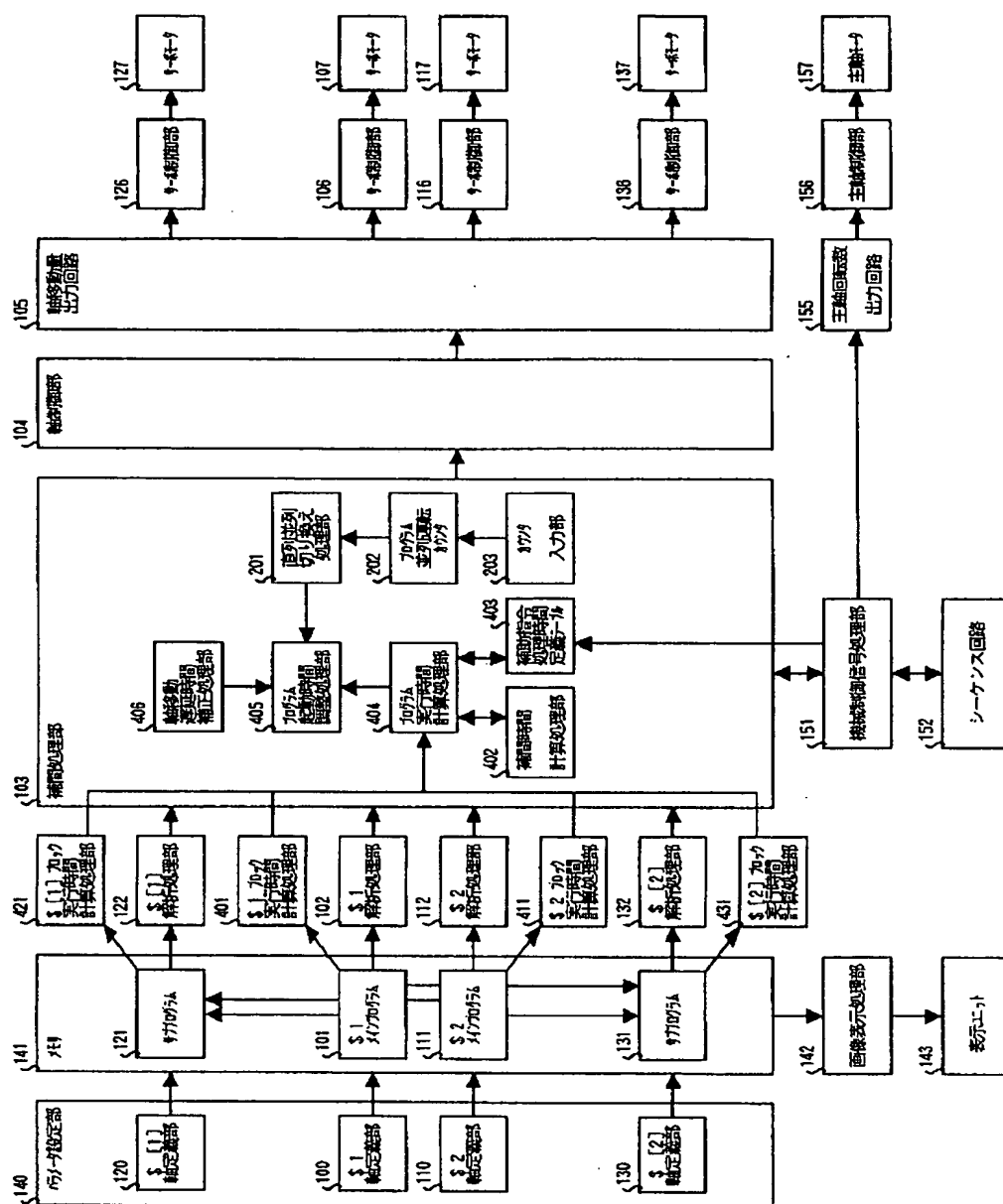
【図7】



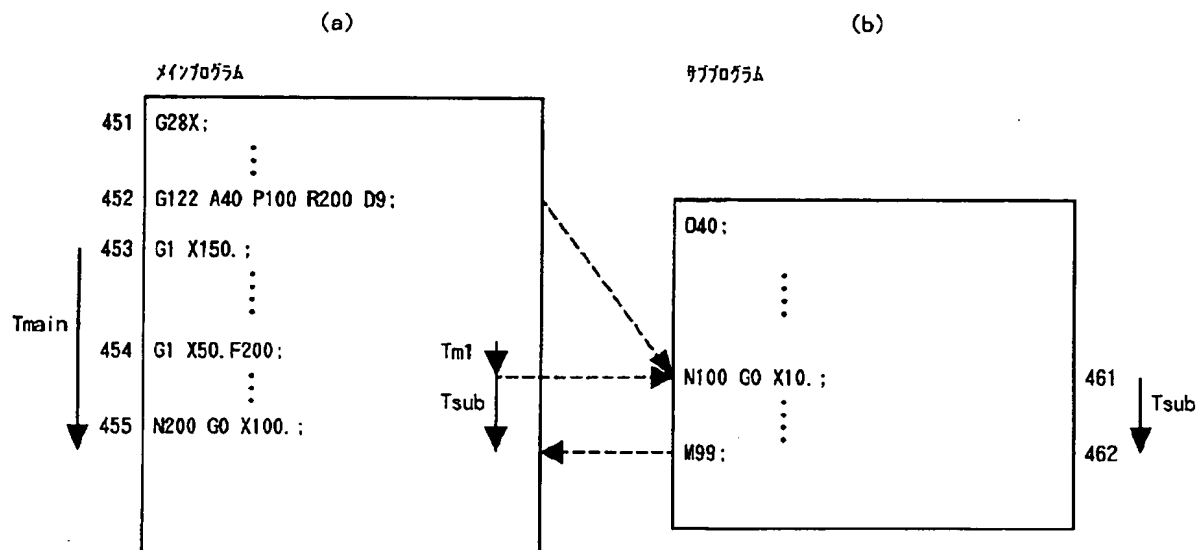
【図19】



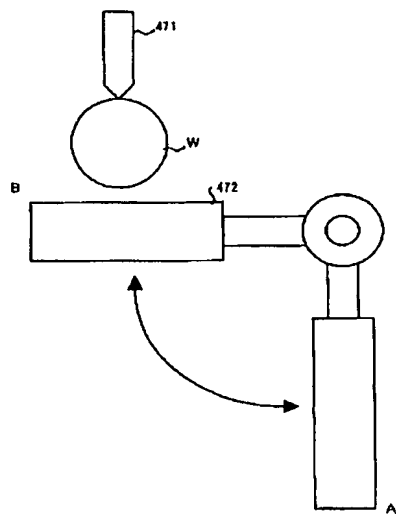
【图 8】



【图 10】

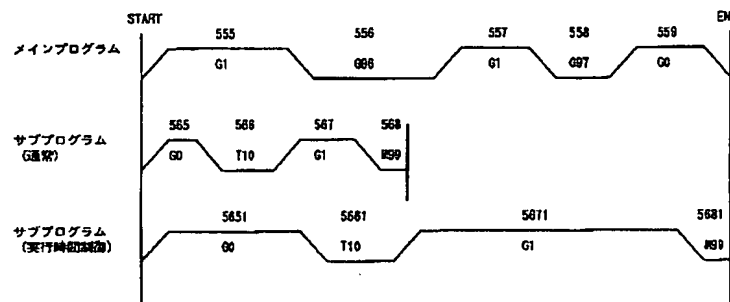


【图 1 2】

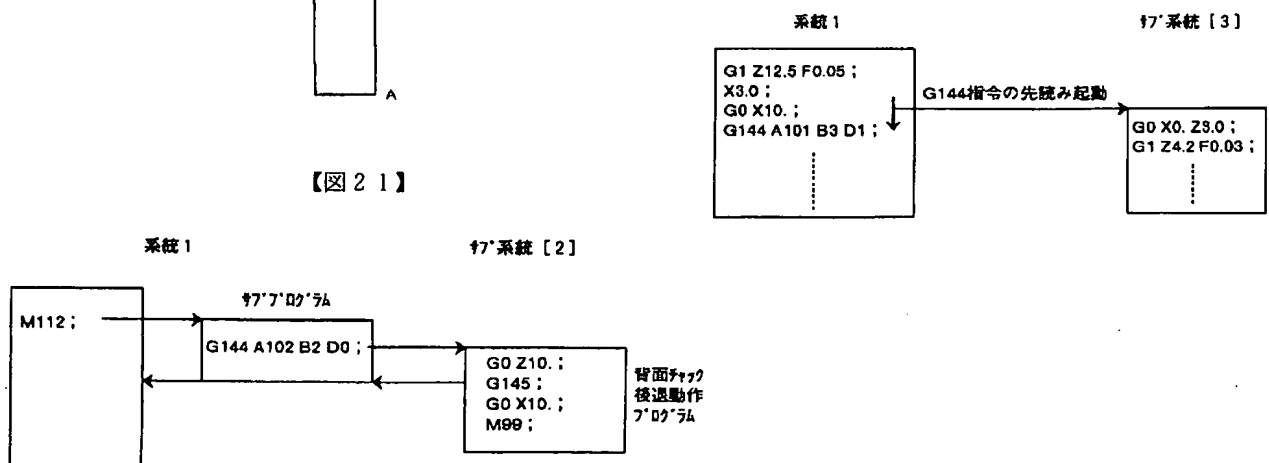


【图 2 1】

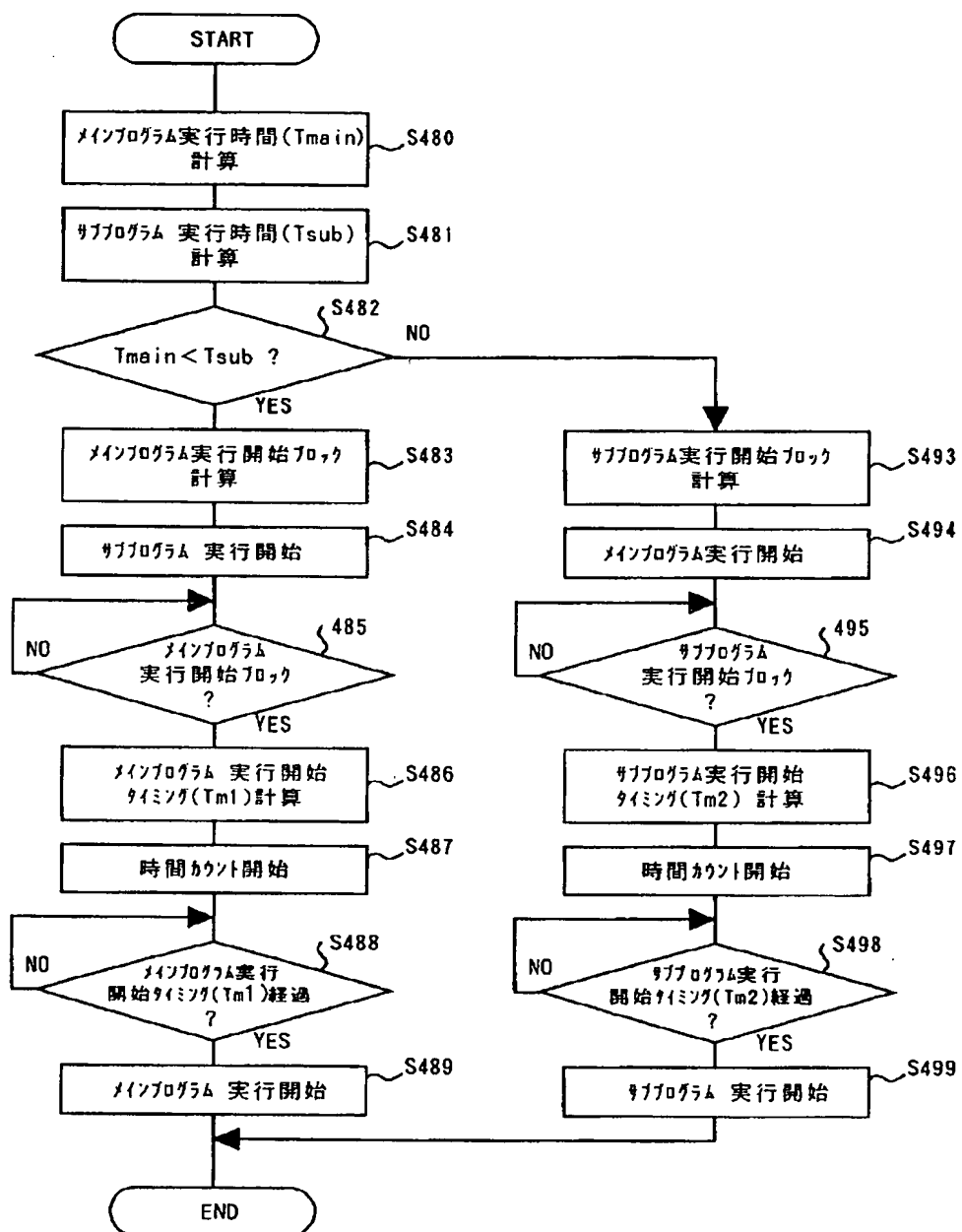
【图 16】



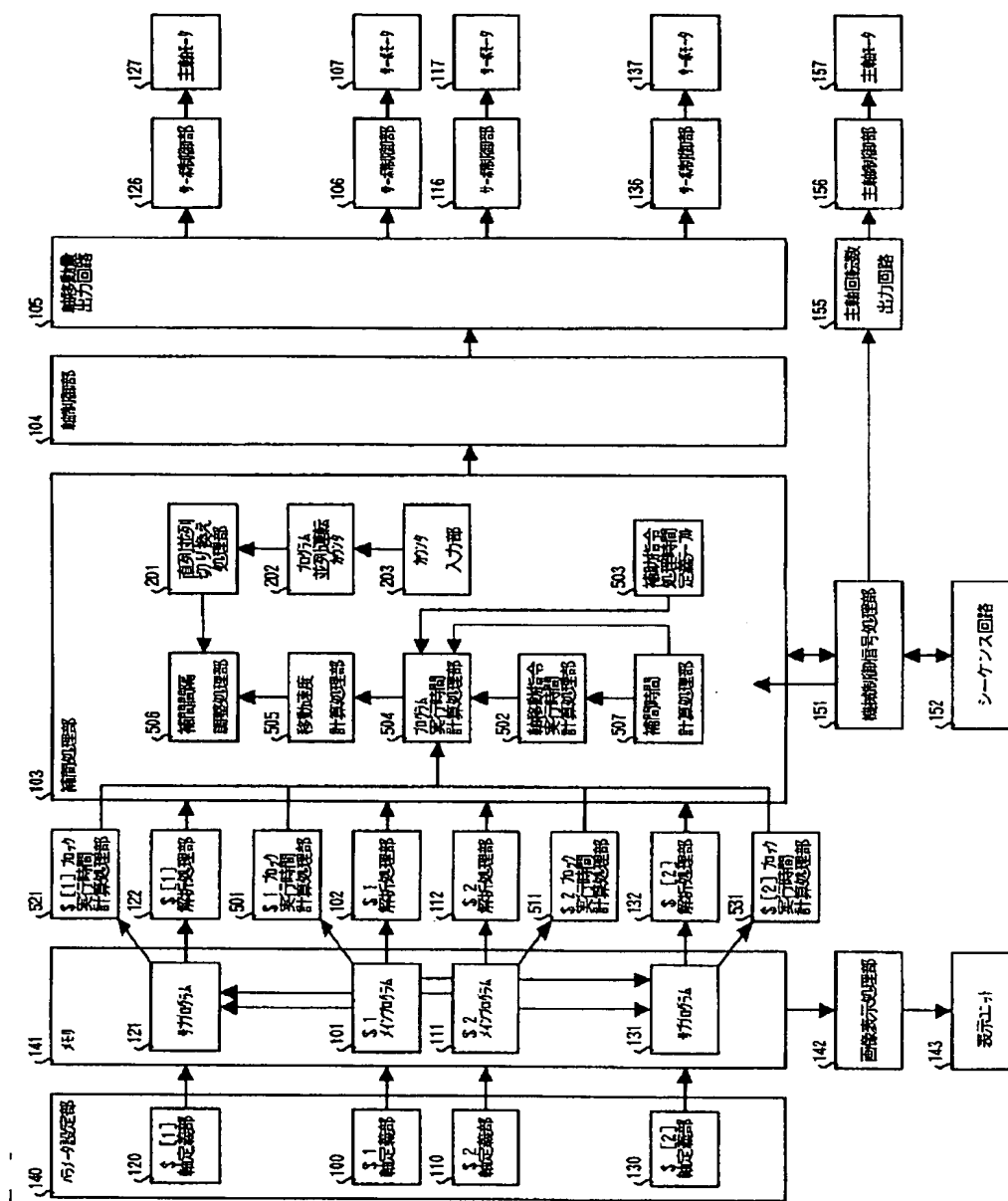
【图 2 3】



【図 11】

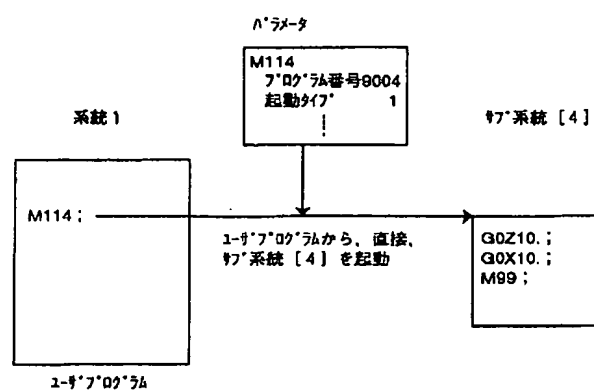
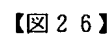
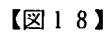


【例 13】

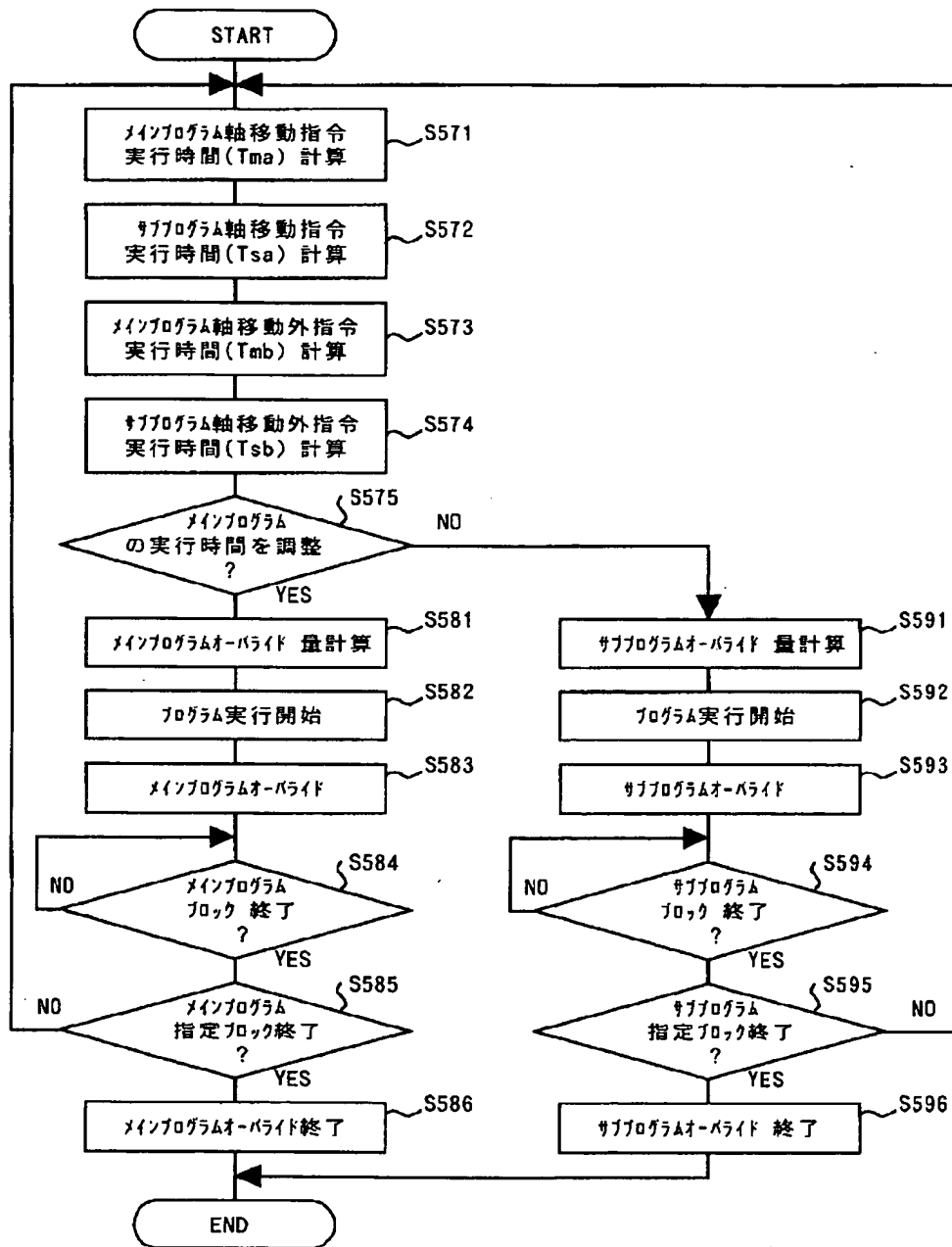




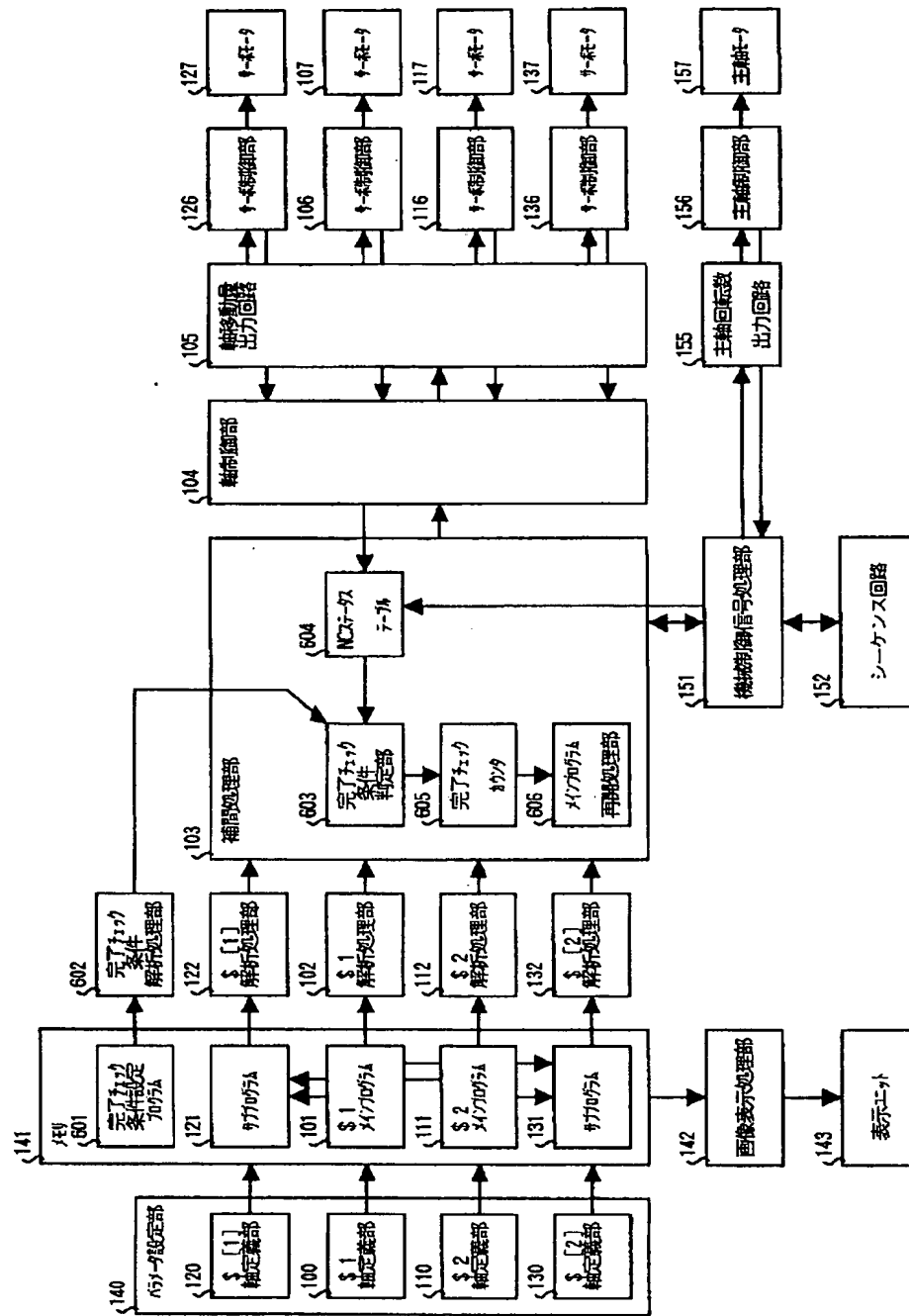
(b)



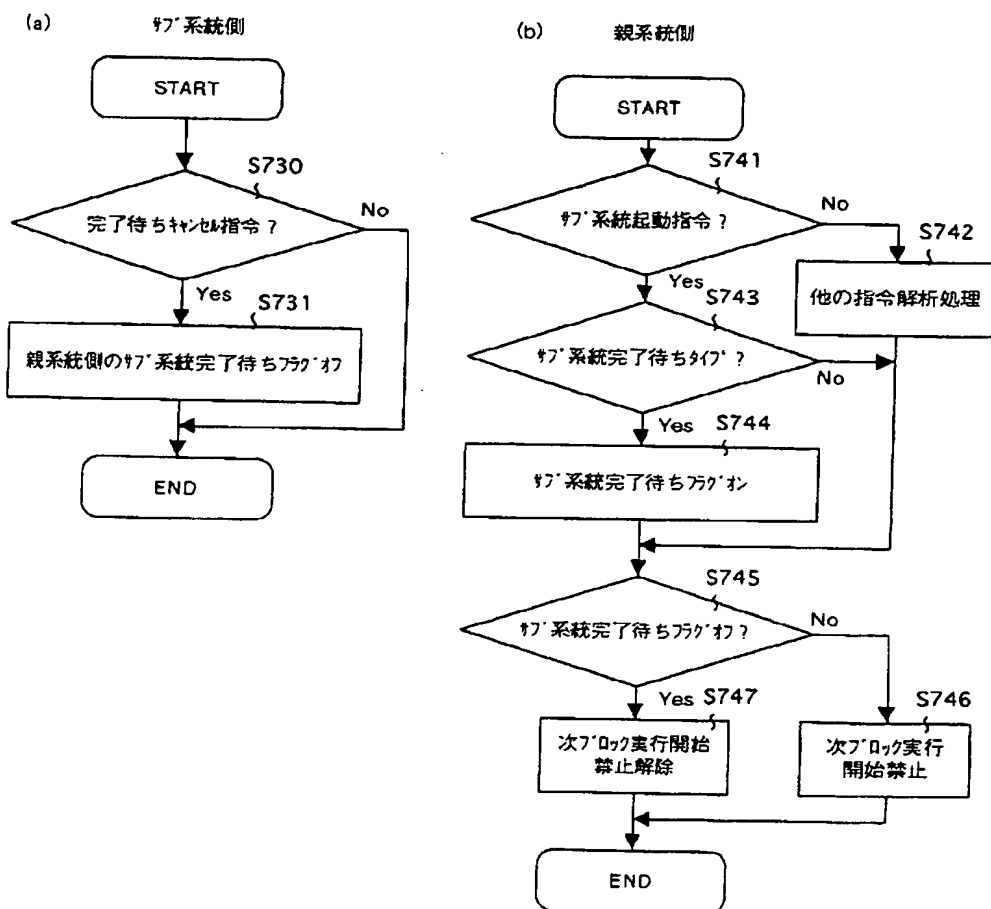
【図 1 5】



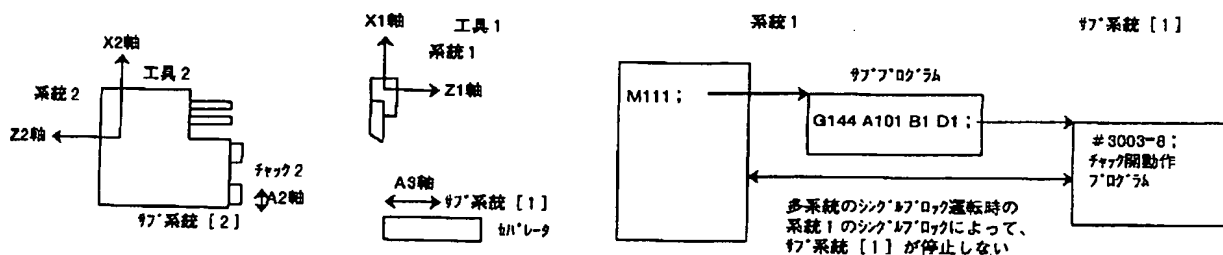
【図 17】



(b) 親系統側

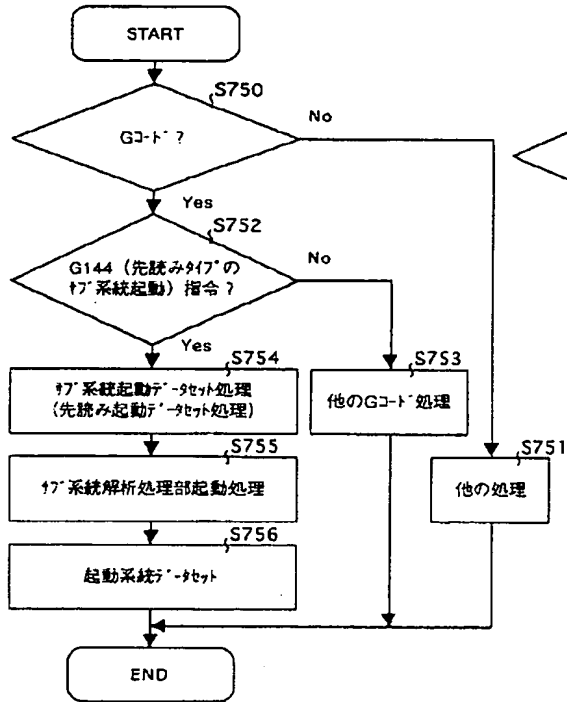


【図 3 2】

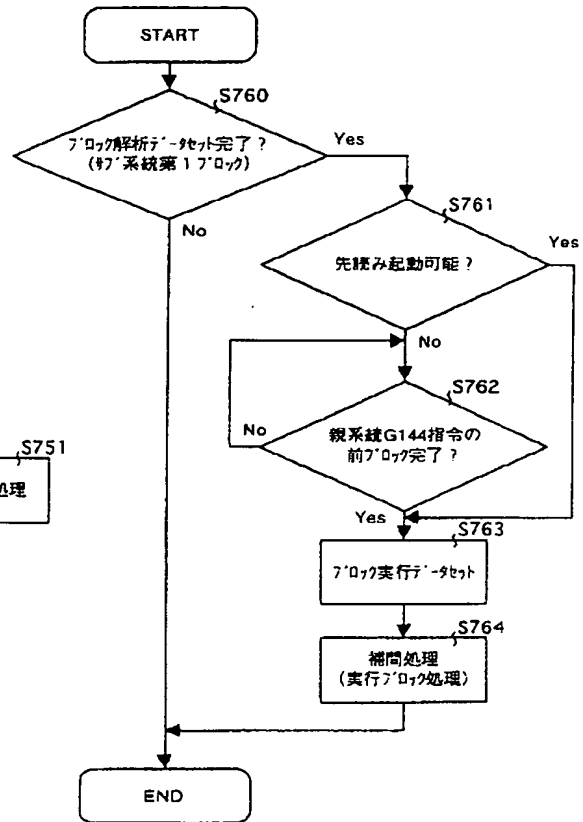


【図 2 2】

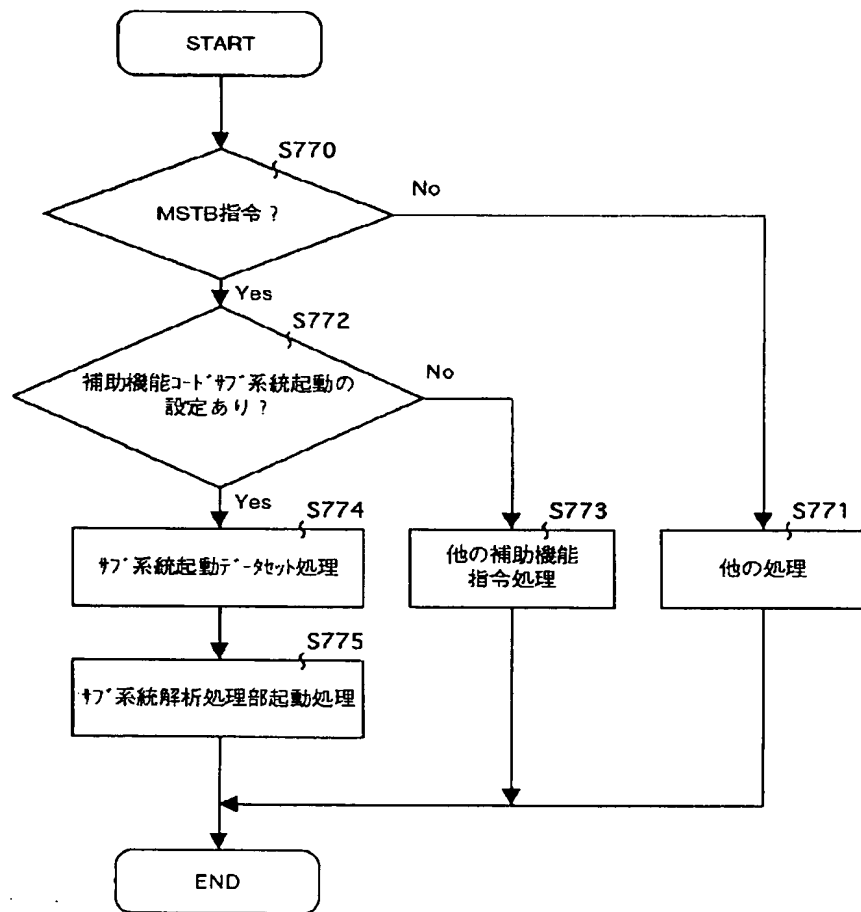
(a) 17'系統起動処理 (親系統解析処理部)



(b) 加工ブロック実行ブロック処理 (子系統)

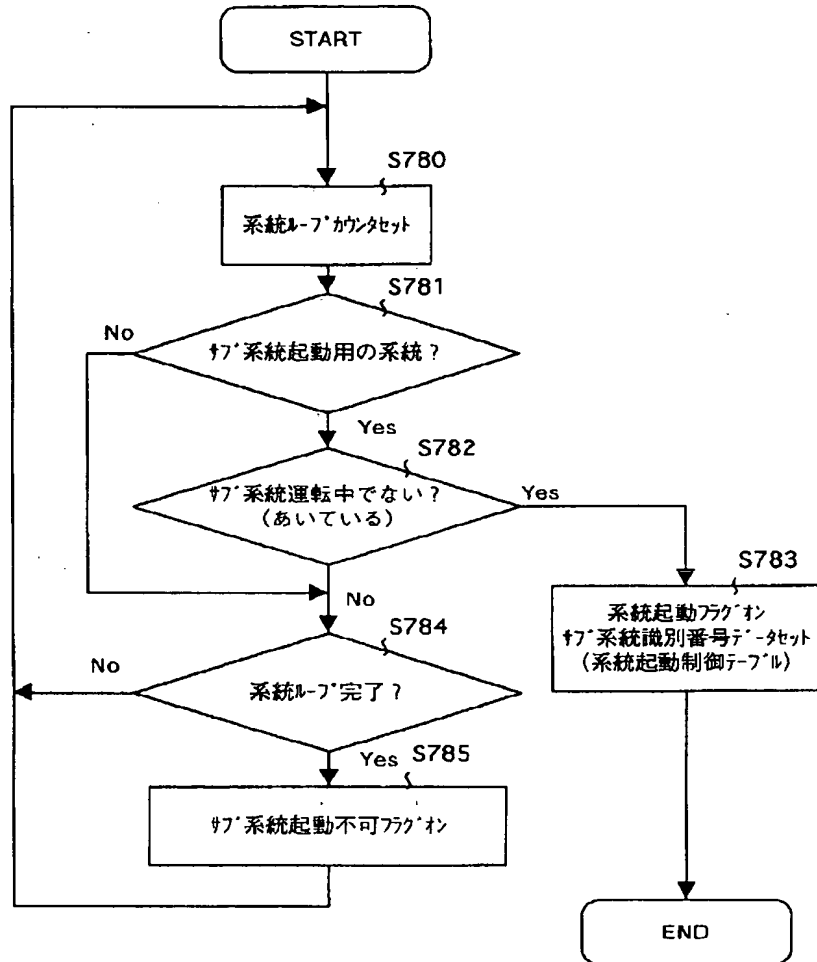


【図 2 5】



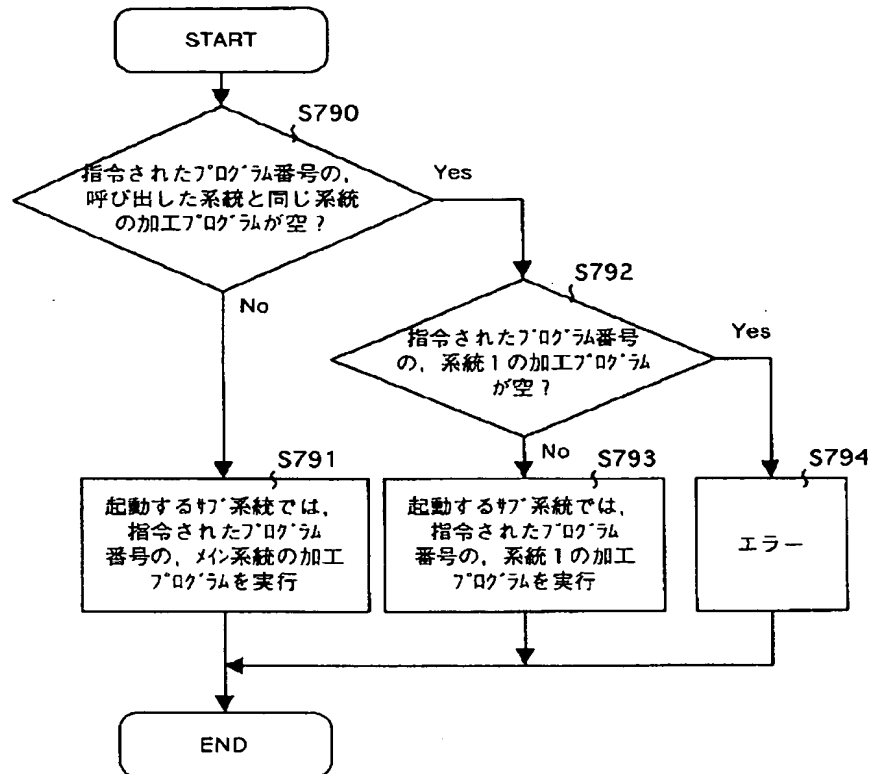
【図 27】

システム解析処理部起動処理



【図 2 8】

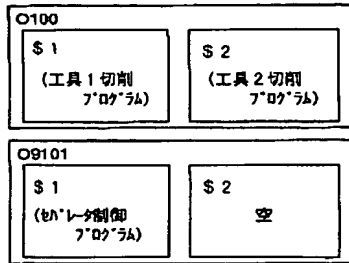
主システム実行プログラム選択処理



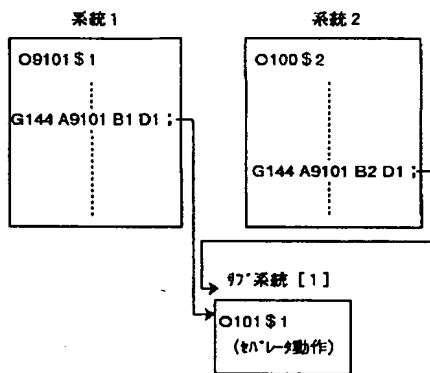


【図 29】

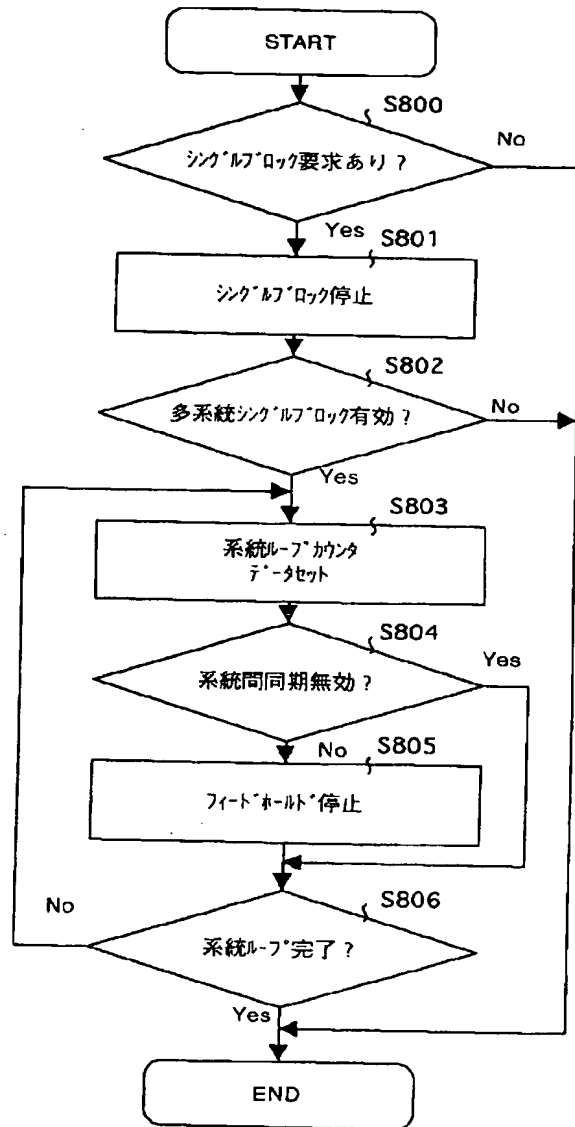
(a) 加工プログラム



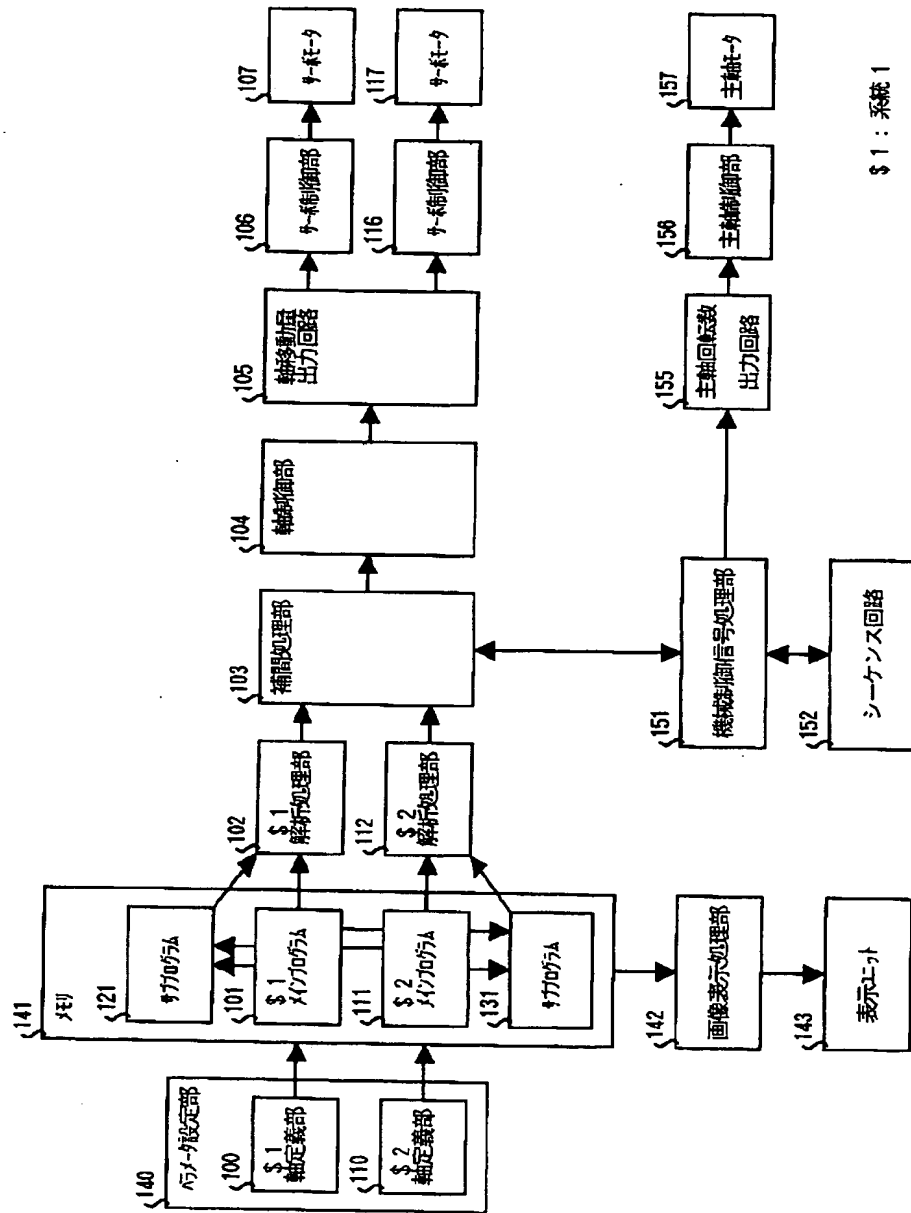
(b)



【図 31】



【図 3 3】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
【部門区分】第 6 部門第 3 区分  
【発行日】平成 13 年 9 月 7 日 (2001. 9. 7)

【公開番号】特開平 9 - 2 8 2 0 1 9  
【公開日】平成 9 年 10 月 31 日 (1997. 10. 31)  
【年通号数】公開特許公報 9 - 2 8 2 1  
【出願番号】特願平 8 - 1 5 4 6 4 6  
【国際特許分類第 7 版】

G05B 19/4155  
19/18

【F I】  
G05B 19/18 V  
C

【手続補正書】  
【提出日】平成 12 年 11 月 8 日 (2000. 11. 8)

【手続補正 1】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0024  
【補正方法】変更  
【補正内容】

【0024】本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、任意の系統よりサブプログラムを呼び出すことができ、またサブプログラムをメインプログラムと並列に実行することを可能ならしめ、さらにはメイン系統の動作再開における無駄な待ち時間をなくすることにより、またサブ系統プログラム呼出しのための時間ロスをなくすことにより従来よりも加工のサイクルタイムを短縮でき、またサブ系統制御のために多くの

メモリ容量を必要とすることがなく、また融通性に優れたシングルブロック運転を行うことができる数値制御装置を得ることを目的としている。

【手続補正 2】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0216  
【補正方法】変更  
【補正内容】

【0216】つぎにサブ系統完了待ちフラグがオフであるか否かを判別し(ステップ S745)、サブ系統完了待ちフラグがオフでない場合には親系統における次ブロックの実行開始を禁止する(ステップ S746)。これに対しサブ系統完了待ちフラグがオフの場合にはブロック実行調整部 710 が親系統における次ブロックの実行開始禁止を解除する(ステップ S747)。